

Henrique Manuel Telo Cepeda Alves

2º Ciclo de Estudos em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do  
Território

Modelação da Expansão Urbana Residencial na Região da Ria de Aveiro

2014

Orientador: Professora Doutora Teresa Maria Vieira de Sá Marques

Coorientador: Professor Doutor Peter Cornelis Roebeling

Classificação: Ciclo de estudos:

Dissertação/relatório/Projeto/IPP:

## Resumo

Num mundo cada vez mais urbano, assiste-se a uma urbanização de carácter disperso, desordenado, de baixa densidade e sem limites bem definidos, escapando repetidamente ao controlo do planeamento e que se designa por '*urban sprawl*' (expansão urbana) na literatura anglo-saxónica. Os planeadores necessitam, assim, de informações precisas para responder às necessidades de infraestruturas, sustentabilidade e desenvolvimento harmonioso dos territórios, sendo para isso muito úteis as técnicas de modelação do uso do solo, que permitem compreender e prever dinâmicas, processos e configurações do desenvolvimento urbano.

Este estudo usa a modelação do uso do solo na região da Ria de Aveiro para simular a configuração do tecido urbano atual, na sua componente residencial, e avaliar o desenvolvimento provável do mesmo, tendo em conta cenários futuros de retração demográfica e económica.

O modelo utilizado, SULD (Sustainable Urban Landscape Development), assume que a localização da habitação é influenciada por: i) um compromisso por parte das famílias entre as mais-valias da proximidade aos centros urbanos e amenidades ambientais, do espaço residencial e de outros bens e serviços versus o *Land Rental Value* e custos de deslocação; e ii) os promotores imobiliários que procuram maximizar o lucro gerindo um compromisso entre a densidade e custos de desenvolvimento, dependente da vontade das famílias em pagar pela habitação.

O modelo é calibrado para o ano 2000 e validado para o ano 2006, usando as cartas CORINE Land Cover (2000 e 2006), para depois simular cenários futuros. No final é também testado como ferramenta de apoio à decisão em contexto de planeamento participado. Os resultados demonstram que o modelo descreve bem a configuração do tecido urbano junto dos principais centros urbanos mas menos bem o tecido urbano disperso. Os cenários mostram tendências de diminuição de área urbana, diminuição de área de habitação e aumento do fosso de preços da habitação entre os grupos de diferente rendimento. O modelo mostrou-se válido como ferramenta de planeamento participado.

**Palavras-Chave:** Expansão Urbana Dispersa; Mercado da Habitação; Modelação do Uso do Solo; Cenários; Planeamento Participado; SIG



## Agradecimentos

No fim deste trabalho, e olhando para trás, muitas foram as pessoas que me ajudaram a levá-lo a bom porto, e a quem agora dirijo os meus sinceros agradecimentos.

Desde logo à minha orientadora, Prof. Doutora Teresa Sá Marques, pela motivação constante que me deu, bem como pelos seus conselhos e observações, pela sua paciência, e pela sugestão do contributo de inúmeras outras pessoas que provaram ser imprescindíveis no decorrer deste trabalho.

Ao meu co-orientador, Prof. Doutor Peter Cornelis Roebeling, desde logo pela sugestão do tema da dissertação e disponibilização do modelo utilizado, bem como pelo acompanhamento em todo o processo de trabalho, e também pela sua disponibilidade e motivação constantes.

Ao Filipe Batista e Silva pela sua ajuda preciosa e sempre disponível nos temas de calibração e validação do modelo.

À equipa do *Rewilding Europe* que permitiu executar o *workshop* de planeamento participado.

Ao João Rocha pela sua constante motivação.

À Asma pelos seus conselhos preciosos e por todo o seu apoio.

À minha irmã Paula, que me apoiou das mais variadas maneiras, dedico especialmente este trabalho.

Aos meus Pais e às minhas irmãs, sem os quais nada seria possível.



## Índice Geral

|  |      |
|--|------|
| Resumo .....   | i    |
| Agradecimentos .....   | iii  |
| Índice Geral .....   | v    |
| Índice de Figuras .....                                      | viii |
| Índice de Quadros .....                                      | x    |
| Índice de Anexos .....                                       | xi   |
| Índice de Mapas .....  | xiii |
| 1 Introdução .....   | 1    |
| 1.1 Enquadramento Teórico .....                              | 1    |
| 1.2 Objetivos .....  | 2    |
| 1.3 Metodologias .....                                       | 3    |
| 1.4 Estrutura da dissertação .....                           | 6    |
| 2 Expansão Urbana .....                                      | 7    |
| 2.1 Tendências Contemporâneas .....                          | 7    |
| 2.2 O Urbano Disperso .....                                  | 9    |
| 2.3 Causas e Consequências da Expansão Urbana Dispersa ..... | 12   |
| 2.4 O Fator Residencial: Causa e Consequência .....          | 14   |
| 3 Área de Estudo: A Ria de Aveiro .....                      | 17   |
| 3.1 Evolução e Caracterização .....                          | 17   |
| 3.2 Padrões da Evolução da Expansão Urbana .....             | 18   |
| 3.3 Valores e Recursos .....                                 | 222  |
| 3.3.2 Valores e Recursos Socioeconómicos .....               | 23   |
| 3.4 Pressões e Ameaças .....                                 | 244  |
| 4 Modelação do Uso do Solo .....                             | 266  |
| 4.1 Sistema uso do solo, teoria e modelação .....            | 266  |
| 4.1.1 Sistema de Uso do Solo .....                           | 266  |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.2 Teorias de Mudança de Uso do Solo .....                     | 277 |
| 4.1.3 Modelos de Mudança de Uso do Solo .....                     | 311 |
| 4.2 <i>Gestão Participada</i> .....                               | 36  |
| 4.2.1 Participação Pública e Governança .....                     | 37  |
| 4.2.2 Modelação do Uso do Solo e Participação .....               | 40  |
| 4.2.3 Exemplos .....  | 41  |
| 5 Modelo Utilizado .....  | 44  |
| 5.1 <i>Modelo land bid-rent urbano e económico clássico</i> ..... | 44  |
| 5.2 <i>Modelo SULD</i> .....                                      | 45  |
| 5.3 <i>Modelo Matemático para aplicação do SULD</i> .....         | 47  |
| 5.3.1 Descrição do software .....                                 | 47  |
| 5.3.2 Funcionamento do modelo matemático.....                     | 48  |
| 6 Aplicação, Calibração e Validação do modelo SULD .....          | 50  |
| 6.1 <i>Aplicação do Modelo</i> .....                              | 50  |
| 6.1.1 Área de estudo .....  | 50  |
| 6.1.2 Classes de Uso do Solo utilizadas no modelo .....           | 51  |
| 6.1.3 Áreas de não construção .....                               | 51  |
| 6.1.4 Amenidades Ambientais.....                                  | 52  |
| 6.1.5 Despesas das Famílias .....                                 | 52  |
| 6.1.6 Rendimentos das Famílias .....                              | 53  |
| 6.1.7 Centros Urbanos .....                                       | 54  |
| 6.1.8 Distâncias .....  | 55  |
| 6.1.9 Quantitativo Populacional .....                             | 56  |
| 6.1.10 Custos de desenvolvimento da habitação .....               | 57  |
| 6.2 <i>Calibração</i> .....                                       | 57  |
| 6.3 <i>Validação</i> .....  | 67  |
| 6.3.1 Análise a várias resoluções espaciais .....                 | 69  |

|  |     |
|--|-----|
| 6.3.2 Uso do solo .....  | 74  |
| 6.3.2.1 Áreas Corretamente Simuladas .....                         | 75  |
| 6.3.2.2 Áreas Simuladas Incorretamente .....                       | 77  |
| 7 Análise de Resultados.....                                       | 78  |
| 7.1 <i>Cenários</i> .....  | 78  |
| 7.1.1 Perspetivas e dados de cenarização .....                     | 78  |
| 7.1.2 Resultados.....  | 80  |
| 7.1.2.1 Cenário Base.....  | 81  |
| 7.1.2.2 Diminuição do Rendimento.....                              | 83  |
| 7.1.2.3 Diminuição da População.....                               | 86  |
| 7.1.2.4 Aumento da Desigualdade.....                               | 89  |
| 7.1.2.5 Restantes Cenários.....                                    | 91  |
| 7.2 <i>Modelo como Ferramenta de Planeamento Participado</i> ..... | 94  |
| 7.2.1 Descrição do modelo, <i>stakeholders</i> e cenários.....     | 94  |
| 7.2.2 Estrutura do <i>workshop</i> .....                           | 96  |
| 7.2.3 Resultados.....  | 97  |
| 8 Conclusões.....  | 100 |
| 8.1 <i>Discussão de resultados</i> .....                           | 100 |
| 8.2 <i>Orientações para trabalhos futuros</i> .....                | 101 |
| Bibliografia.....  | 104 |
| Anexos.....  | 113 |
| Mapas .....  | 143 |



## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Metodologias usadas na investigação .....  | 4  |
| Figura 2 - Evolução do tecido urbano na área de estudo de 1975 a 2006 (Fonte: CLC) .....  | 20 |
| Figura 3 - Evolução das áreas de indústria, comércio e serviços na área de estudo de 1975 a 2006 (Fonte: CLC).....  | 21 |
| Figura 4 - Puzzle de demonstração para ilustrar discordância devida à localização versus discordância devida à quantidade. Cada um dos mapas mostra uma variável categórica com duas categorias: escuro e claro. Os números identificam as células individuais. (adaptado de PONTIUS e SUDMEYER, 2004)..... | 59 |
| Figura 5 - Componentes de acordo desacordo das corridas selecionadas .....  | 66 |
| Figura 6 - Componentes de acordo desacordo do modelo calibrado, persistente e aleatório .....   | 69 |
| Figura 7 - Componentes de acordo desacordo a várias resoluções espaciais.....   | 71 |
| Figura 8 - Percentagem de erro de localização total corrigido a várias resoluções espaciais do modelo validado .....  | 72 |
| Figura 9 - Células urbanas e agrícolas correta e incorretamente simuladas no modelo validado .....  | 73 |
| Figura 10 - Percentagem de erro de localização total corrigido a várias resoluções espaciais no modelo validado e na corrida 39 .....   | 74 |
| Figura 11 - Áreas urbanas correta e incorretamente simuladas no modelo validado .....   | 76 |
| Figura 12 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário base .....  | 81 |
| Figura 13 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário Base .....  | 82 |
| Figura 14 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário Base .....  | 83 |
| Figura 15 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário de diminuição do rendimento .....   | 84 |
| Figura 16 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário de Diminuição de Rendimento e Cenário Base.....   | 85 |
| Figura 17 - Histograma do Preço da Habitação no Cenário Base e no Cenário de Diminuição de Rendimento .....   | 86 |
| Figura 18 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário de diminuição da população .....  | 86 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 19 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário de Diminuição da População e Cenário Base .....    | 87 |
| Figura 20 - Histograma do Preço da Habitação no Cenário Base e no Cenário de Diminuição da População.....                | 88 |
| Figura 21 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário de aumento da desigualdade ..... | 89 |
| Figura 22 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário de Aumento da Desigualdade e Cenário Base .....    | 90 |
| Figura 23 - Histograma do Preço da Habitação no Cenário Base e no Cenário de Aumento de Desigualdade.....                | 91 |
| Figura 24 - N° de células urbanas simuladas no cenário base e restantes cenários .....                                   | 92 |
| Figura 25 - Área de habitação no cenário base e restantes cenários.....  | 92 |
| Figura 26 - Valor do imobiliário no cenário base e restantes cenários.....   | 93 |

## Índice de Quadros

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - Caracterização conceptual de cidade e urbano. Adaptado de PORTAS <i>et al.</i> (2011) .....  | 11 |
| Quadro 2 - Fatores da Expansão Urbana Dispersa (adaptado de EEA, 2006b) .....   | 13 |
| Quadro 3 - Área e taxa de crescimento do tecido urbano na área de estudo (Fonte: CLC) .....   | 19 |
| Quadro 4 - Área e taxa de crescimento das áreas de indústria, comércio e serviços na área de estudo (Fonte: CLC).....   | 19 |
| Quadro 5 - Valor monetário médio dos serviços dos ecossistemas de dez biomas (adaptado de DE GROOT <i>et al.</i> ) .....  | 22 |
| Quadro 6 - Valores de variação dos parâmetros escolhidos para a calibração.....   | 60 |
| Quadro 7 - Componentes de acordo desacordo da primeira série de corridas dividida em partes.....  | 62 |
| Quadro 8 - Valores de variação dos parâmetros escolhidos para segunda série de corridas .....   | 63 |
| Quadro 9 - Componentes de acordo desacordo da primeira e segunda séries de corridas .....   | 63 |
| Quadro 10 - Componentes de acordo desacordo .....   | 65 |
| Quadro 11 - Componentes de acordo desacordo do modelo calibrado, persistente e aleatório .....  | 69 |
| Quadro 12 - Tabulação cruzada das células urbanas e agrícolas do mapa simulado e do mapa de referência (CLC 2006) .....   | 75 |
| Quadro 13 - Cenários considerados e designações.....  | 78 |
| Quadro 14 - Fatores de multiplicação para a execução dos cenários .....   | 79 |
| Quadro 15 - Valores apurados para cada cenário relativamente ao uso do solo, população, área de habitação e valor da habitação .....  | 80 |
| Quadro 16 - Valores apurados para cada cenário relativamente ao uso do solo, população, área de habitação e valor da habitação em percentagem relativamente ao cenário base ..... | 80 |

## Índice de Anexos

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1 - Ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem nos estabelecimentos, segundo o nível de habilitações em Portugal em euros.....  | 115 |
| Anexo 2 - Rendimento monetário líquido anual do agregado, em euros, segundo os quintis de rendimento total equivalente na Região Centro.....  | 115 |
| Anexo 3 - Estrutura das despesas médias anuais dos agregados familiares segundo as classes da COICOP em 2000, na região Centro .....  | 116 |
| Anexo 4 - Estrutura das despesas médias anuais dos agregados familiares segundo as classes da COICOP em 2006, na região Centro .....  | 116 |
| Anexo 5 - Total de despesas em habitação em percentagem do total das despesas dos agregados familiares segundo as classes da COICOP por quintis de rendimento equivalente em 2006, na região Centro ..... | 117 |
| Anexo 6 - Número de veículos por classe de velocidade medida na EN 109 .....  | 117 |
| Anexo 7 - População residente e número de famílias nas Secções Estatísticas seleccionadas para a área de estudo à data dos Censos 2001 .....  | 118 |
| Anexo 8 - Residentes, nº de Famílias e Dimensão média das famílias nos municípios da área de estudo .....   | 125 |
| Anexo 9 - Demonstração da extrapolação dos valores de residentes, nº de famílias e dimensão média da família para o ano de 2006.....  | 125 |
| Anexo 10 - Descrição e valores dos Parâmetros utilizados no modelo <i>bid-rent</i> com amenidades ambientais .....  | 126 |
| Anexo 11 - Correspondência das classes Corine Land Cover com as classes utilizadas no modelo .....  | 129 |
| Anexo 12 - Correspondência das classes CLC com as diferentes amenidades ambientais .....  | 130 |
| Anexo 13 - Corridas efectuadas com os valores de parâmetros usados e valores de acordo/desacordo com o mapa de referência.....  | 131 |
| Anexo 14 - Corridas efectuadas com os valores de parâmetros usados e valores de acordo/desacordo com o mapa de referência ordenadas pelo valor dos parâmetros....   | 133 |
| Anexo 15 - Normalização dos parâmetros utilizados para calibração .....   | 134 |
| Anexo 16 - Corridas da primeira série ordenadas pelo valor dos parâmetros.....  | 135 |
| Anexo 17 - corridas da primeira série ordenadas pelo valor dos parâmetros.....  | 135 |
| Anexo 18 - Segunda série de corridas .....  | 136 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 19 - Componentes de acordo/desacordo da melhor corrida a várias resoluções espaciais.....   | 136 |
| Anexo 20 - Componentes acordo/desacordo da corrida de validação, modelo persistente e corrida aleatória .....   | 137 |
| Anexo 21 - Parâmetros alterados para a validação.....   | 137 |
| Anexo 22 - Componentes de comparação das várias corridas da primeira série ordenadas pela quantidade da diferença de número de células urbanas entre a simulação e o mapa de referência ..... | 138 |
| Anexo 23 - Componentes de comparação entre a simulação e o mapa de referência das duas séries de corridas ordenadas pela quantidade da diferença de número de células urbanas.....            | 139 |
| Anexo 24 - Componentes acordo/desacordo da corrida de validação, a várias resoluções espaciais.....   | 140 |
| Anexo 25 - Superfície média útil (m <sup>2</sup> ) dos alojamentos familiares clássicos de residência habitual por Localização geográfica (à data dos Censos 2011).....                       | 140 |
| Anexo 26 - Valores médios de avaliação bancária (€/ m <sup>2</sup> ) dos alojamentos por Localização geográfica (NUTS II - 2001), INE, Inquérito à Avaliação Bancária na Habitação .....      | 140 |
| Anexo 27 - Factores de multiplicação para os vários cenários.....   | 140 |
| Anexo 28 - Projecções do INE para as taxas de crescimento da população em Portugal segundo quatro cenários .....  | 141 |
| Anexo 29 - Cenários utilizados no workshop de planeamento participado e respectivos índices de satisfação .....   | 142 |

## Índice de Mapas

|  |     |
|--|-----|
| Mapa 1 - Área de Estudo .....  | 145 |
| Mapa 2 - Zonas de risco de cheia vs zona de protecção especial da Ria de Aveiro.....                       | 146 |
| Mapa 3 - Áreas e Zonas protegidas na Área de Estudo .....  | 147 |
| Mapa 4 - Amenidades Ambientais, centros Urbanos e Áreas Industriais, ano 2000 ...                          | 148 |
| Mapa 5 - Amenidades Ambientais, centros Urbanos e Áreas Industriais, ano 2006 ...                          | 149 |
| Mapa 6 - Centros Urbanos, Áreas Industriais e rede viária considerados .....                               | 150 |
| Mapa 7 - Secções Estatísticas Utilizadas .....   | 151 |
| Mapa 8 - <i>Cost Raster</i> para medir distâncias aos centros urbanos e áreas industriais...               | 152 |
| Mapa 9 - Distância à amenidade ambiental Oceano.....   | 153 |
| Mapa 10 - Distância à amenidade ambiental Água .....   | 154 |
| Mapa 11 - Distância à amenidade ambiental Floresta .....   | 155 |
| Mapa 12 - Distância ao CBD ou Área Industrial mais próxima.....  | 156 |
| Mapa 13 - Uso do Solo, ano 2000 .....  | 157 |
| Mapa 14 - Uso do Solo, ano 2006 .....  | 158 |
| Mapa 15 - Mapa Base, áreas de construção e não construção, ano 2000 .....                                  | 159 |
| Mapa 16 - Mapa Base, áreas de construção e não construção, ano 2006 .....                                  | 160 |
| Mapa 17- Exemplo de uma corrida com todos os CBD's e Áreas Industriais.....                                | 161 |
| Mapa 18 - Exemplo de uma corrida com todos os CBD's e Áreas Industriais com excepção do CBD de Vagos ..... | 162 |
| Mapa 19 - Comparação corrida "9_B" e mapa CLC 2000 - Uso do Solo .....                                     | 163 |
| Mapa 20 - Corrida para Validação 2006 - Uso do Solo .....  | 164 |
| Mapa 21 - Comparação do mapa de referência (ano 2000) com as corridas "sub_1B_2", "13" e "50" .....        | 165 |



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento Teórico

Vivemos num mundo cada vez mais urbano. Na primeira década do século XXI, três quartos da população da Europa vivia em ambientes urbanos, prevendo-se que em 2020 essa proporção atinja os oitenta por cento (EEA, 2006b). Este crescimento urbano está a fazer-se sobretudo de um modo disperso e desordenado, que é normalmente designado, sobretudo no Reino Unido, por "*urban sprawl*" (EEA, 2006b).

O conceito de *urban sprawl*, ou expansão urbana dispersa, refere-se à expansão da urbanização, que é um fenómeno global, maioritariamente guiado pelo crescimento populacional e por migrações em grande escala (SUDHIRA *et al.*, 2004). Este assume uma forma particular de desenvolvimento urbano de baixa densidade, disperso, com padrões irregulares não planeados, guiados por uma panóplia de processos e que levam a uma utilização ineficiente dos recursos com impactos ambientais e sociais (BHATTA *et al.*, 2010).

Este fenómeno é uma preocupação para os cidadãos, organizações ambientais e governos (SUTTON, 2003; JI *et al.*, 2006; BANZHAF e LAVERY, 2010). Os impactos negativos mais frequentemente atribuídos à expansão urbana são, nomeadamente: o aumento e congestão de tráfego, a perda de espaço livre, a fragmentação do uso do solo, a redução da atratividade da paisagem, o aumento da descarga de poluentes em leitos de água, as alterações do ciclo hidrológico e regime de cheias, a poluição sonora e do ar, a perda de biodiversidade e o despovoamento e degradação dos centros das cidades (SUTTON, 2003; POELMANS e ROMPAEY, 2009). Além disso, os subúrbios têm uma existência precária enquanto espaços políticos e de participação cívica (DOMINGUES, 1995). A expansão urbana ameaça, assim, a própria matriz cultural da Europa, criando impactos ambientais, sociais e económicos nas cidades e no espaço rural (EEA, 2006b). O controlo da expansão urbana é, assim, um dos temas-chave que desafiam os planeadores em muitos países, quer na América do Norte quer na Europa (POELMANS e ROMPAEY, 2009).

A expansão urbana na Europa está a fazer-se a um ritmo mais acelerado nas áreas costeiras do que nas áreas interiores do continente (EEA, 2006a), tendo a costa portuguesa sofrido, no período 1990-2000, um dos maiores aumentos das áreas artificializadas (20-35%) de toda a União Europeia (EEA, 2006a). A costa portuguesa



tem áreas de ambientes naturais que atraem a expansão residencial e o desenvolvimento socioeconómico (EEA, 2006a), sugerindo que as forças do mercado da habitação representam um dos principais fatores na dispersão das áreas urbanas (COUCH e CARECHA, 2006). Este poder de atração, juntamente com o facto de estas áreas albergarem com frequência ecossistemas muito valiosos, leva a que se intensifique a pressão sobre as áreas naturais, bem como sobre as áreas humanas (EEA, 2006a).

A compreensão da natureza e carácter da expansão urbana é complicada, por ser muito difícil defini-la, e por limitações relativamente às técnicas de medição destas formas urbanas complexas (DAVIS e SCHAUB, 2005). Uma forma de o fazer passa por modelar a expansão urbana ao longo do tempo e, após calibração e validação do modelo, projetar cenários futuros. Assim, os padrões e a extensão da expansão urbana podem ser modelados com a ajuda de dados temporais e espaciais (ALLEN e LU, 2003; SUDHIRA *et al.*, 2004; BHATTA *et al.*, 2010).

## **1.2 Objetivos**

Os planeadores urbanos necessitam de informação relacionada com taxas, padrões e extensão da expansão urbana para providenciar infraestruturas básicas, como água canalizada, saneamento e eletricidade (SUDHIRA *et al.*, 2004). Entendemos que a análise do crescimento urbano usando dados históricos e atuais é uma operação essencial nos estudos de Geografia Urbana e no planeamento do território (BHATTA *et al.*, 2010). Torna-se, assim, de vital importância compreender e explorar as dinâmicas destes fenómenos de um modo sistemático, que permita não só descrever mas também explicar a expansão urbana histórica e, eventualmente, projetar a expansão urbana futura.

Esta investigação procura, assim, compreender e modelar a componente residencial da expansão urbana, através da simulação do mercado da oferta e procura da habitação, para simular cenários de ocupação urbana futura em contexto de crise económica e demográfica. A escolha do modelo a utilizar teve subjacente a ideia de que as escolhas individuais das famílias, relativamente à habitação, são sobretudo moldadas pela localização: distância ao centro da cidade (áreas de grande oferta de emprego e de serviços), e a proximidade de amenidades ambientais (áreas como o oceano, floresta ou áreas aquáticas) que providenciam serviços de lazer, ar puro, contacto com a natureza, entre outros (WU, 2006).

Para um caso de estudo na área da Ria de Aveiro em Portugal, esta investigação procura responder às seguintes perguntas:

- Qual foi o desenvolvimento ao longo do tempo da expansão urbana na área da Ria de Aveiro?
- Qual a validade da aplicação de um modelo de uso do solo urbano económico clássico com amenidades ambientais para descrever a ocupação urbana na área de estudo?
- Qual seria o desenvolvimento provável da ocupação urbana residencial levando em conta cenários futuros de retração demográfica e económica?

Os objetivos específicos a atingir são:

- i. Buscar uma definição e caracterização da expansão urbana, bem como a sua dimensão atual em Portugal e suas consequências.
- ii. Avaliar os padrões de expansão urbana ao longo do tempo para o caso de estudo.
- iii. Entender o que é a modelação do uso do solo e que diferentes abordagens existem.
- iv. Aplicar, calibrar e validar um modelo urbano económico clássico com amenidades ambientais (SULD) para o caso de estudo.
- v. Projetar e analisar cenários futuros de expansão urbana associados a um contexto de crise económica e social.
- vi. Aplicar o modelo como ferramenta de apoio à decisão num processo de planeamento participado.

Os objetivos acima enunciados inserem-se no objetivo mais amplo de aplicar a aprendizagem feita durante a bolsa de investigação no Centro de Estudos do Ambiente e do Mar do Departamento de Ambiente da Universidade de Aveiro, sob a orientação do Prof. Doutor Peter Cornelis Roebeling.

### **1.3 Metodologias**

Para atingir os objetivos propostos realizaram-se um conjunto de tarefas e metodologias representadas na Figura 1 e descritas a seguir.

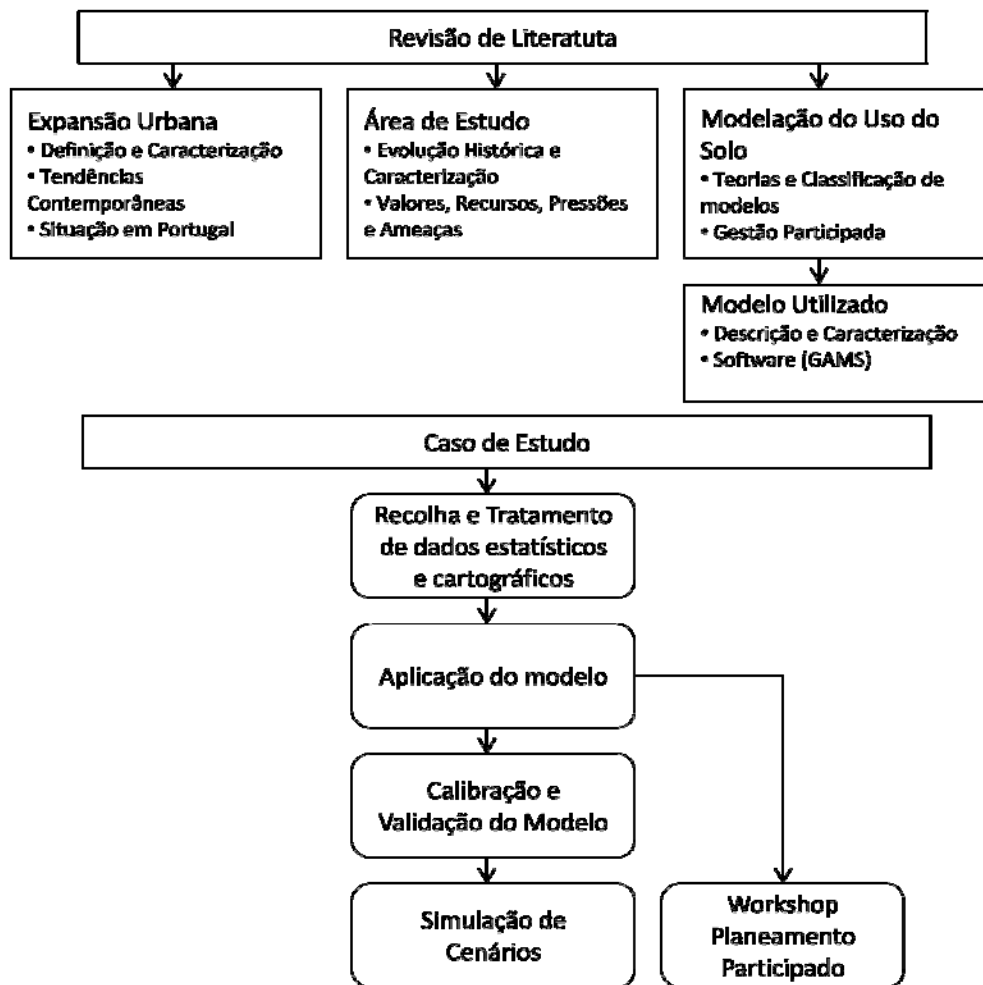


Figura 1 - Metodologias usadas na investigação

Iniciou-se a investigação com uma revisão de literatura sobre três eixos: expansão urbana, a área de estudo e a modelação do uso do solo.

A revisão da literatura relacionada com a expansão urbana centrou-se nas tendências contemporâneas das formas urbanas, com especial enfoque nas formas dispersas de urbanização e sua situação atual em Portugal.

Sobre a área de estudo procurou dar-se um enquadramento histórico, uma avaliação e caracterização dos padrões de expansão urbana ao longo do tempo recorrendo à cartografia multitemporal disponibilizada pelas cartas de uso do solo da carta Corine Land Cover (CLC) dos diferentes momentos: 1975, 1990 e 2006, bem como uma descrição dos seus principais valores, recursos, pressões e ameaças.

A revisão sobre modelação do uso do solo percorreu as diversas teorias e tipologias de modelação bem como a aplicação de modelos no planeamento em contextos de gestão participada.

O modelo escolhido, SULD (*Sustainable Urban Landscape Development*; ROEBELING *et al.*, 2007), foi descrito e caracterizado nas suas bases teóricas e práticas, bem como o *software* usado para o aplicar. O SULD, baseado no modelo económico clássico ou Alonso-Muth-Mills, relaciona a escolha da localização da habitação com a preferência pela proximidade aos centros urbanos (emprego, comércio e serviços) e a amenidades ambientais e o *Land Rental Value*<sup>1</sup> dos terrenos expectantes (normalmente agrícolas). Assim, do lado da procura da habitação, as famílias otimizam a escolha da localização da habitação gerindo um compromisso entre as mais-valias da proximidade a amenidades ambientais, espaço residencial e outros bens e serviços versus o *Land Rental Value* e custos de deslocação (para os centros urbanos), sujeitos a uma restrição orçamental. Do lado da oferta da habitação, os promotores de empreendimentos residenciais otimizam o seu lucro, gerindo um compromisso entre as receitas da densidade do desenvolvimento habitacional versus os custos de desenvolvimento associados, sujeitos à disposição das famílias em pagar pela habitação (ROEBELING *et al.*, 2007).

Procedeu-se, seguidamente, à parte empírica da investigação. Recolheram-se os dados estatísticos e cartográficos necessários para construir o modelo para o ano 2000, usando-se o *software* ArcMap (ESRI) e Excel (Microsoft). A base cartográfica escolhida para definir o uso do solo foi a carta *CORINE Land Cover* (CLC). Em seguida aplicou-se o modelo, com base em ROEBELING *et al.* (2007), utilizando-se uma aplicação com recurso ao *software* de optimização matemática GAMS (*General Algebraic Modeling System*; GAMS Development Corporation, 2012). Procedeu-se então à calibração para o ano 2000 (CLC 2000) e validação para o ano 2006 (CLC 2006) do modelo utilizando o método de medição das discordâncias de localização e de quantidade entre mapa simulado e mapa de referência (PONTIUS e SUDMEYER, 2004) usando, no processo, o *software* Idrisi (Clark Labs).

Finalmente, com o modelo calibrado, simularam-se cenários de contração demográfica e económica e analisaram-se as suas causas e consequências.

---

<sup>1</sup> O termo é de difícil tradução para português, tendo pouca ou nenhuma frequência na literatura científica escrita em língua portuguesa. Uma possível aproximação seria "rentabilidade do solo", embora o termo não traduza o conceito original na totalidade. Depois de se consultarem alguns economistas, optou-se por utilizar o termo na sua forma e língua originais. O conceito de *Land Rental Value* pode definir-se como o rendimento (lucro) que determinado uso do solo produz para o seu beneficiário (ou dono da parcela do solo), e é usado para determinar o valor a partir do qual esse uso é preterido em favor de um uso mais lucrativo - fundamental nas investigações sobre mudança de uso do solo em contextos de *interface* agrícola/urbano (PARK, 2014).

Junta-se ainda a experiência de um workshop que foi conduzido, utilizando o modelo descrito, numa simulação de planeamento participado.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

A dissertação está estruturada em seis capítulos.

No capítulo um faz-se a introdução à dissertação, expondo-se as bases teóricas que fundamentam a escolha do tema e da metodologia, bem como os objetivos a atingir e respetivos processos usados para os atingir.

No segundo capítulo aborda-se a expansão urbana: quais as suas tendências atuais, o que caracteriza a sua principal característica contemporânea (a dispersão) e qual o papel da habitação como causa e consequência, partindo do fenómeno à escala mundial e particularizando para o caso europeu e português, incidindo, finalmente, no caso de estudo – a área da Ria de Aveiro

No terceiro capítulo descreve-se a área de estudo, percorrendo a sua evolução ao longo do tempo, explicitando a sua configuração e estrutura atuais e apontando os seus principais valores e recursos, bem como as ameaças que sobre eles pendem.

No quarto capítulo explica-se o que é a modelação espacial do uso do solo (em particular do desenvolvimento urbano), descrevendo as diferentes abordagens e metodologias. Mostra-se, ainda, a importância do uso da modelação no contexto da gestão participada do planeamento.

No quinto capítulo descreve-se o modelo urbano económico clássico que está na base do modelo escolhido, passando depois a explicar-se o modelo utilizado (SULD), bem como a sua aplicação matemática e o *software* utilizado para o aplicar.

No sexto capítulo descreve-se a aplicação do modelo à área de estudo: origem e metodologia da escolha dos dados utilizados para alimentar o modelo, bem como a sua aplicação, calibração e validação. Apresentam-se e discutem-se os resultados.

No sétimo capítulo projetam-se cenários futuros de expansão urbana e exemplifica-se a utilização prática do modelo como ferramenta de gestão participada do planeamento.

Finalmente, no oitavo capítulo, discutem-se os principais resultados e apresentam-se as conclusões bem como pistas para futuras investigações.

## 2 Expansão Urbana

### 2.1 Tendências Contemporâneas

A história das cidades e das suas formas e estruturas espaciais está intimamente ligada ao transporte e armazenamento de bens, pessoas e informação (INDOVINA *et al.*, 2007).

Ao longo da segunda metade do século XIX, do século XX e deste início de século, uma série de acontecimentos e evoluções marcantes moldaram e guiaram o crescimento das cidades e das suas formas e relações espaciais. Por ordem cronológica, a segunda revolução industrial (fundada nas tecnologias do aço, eletricidade e química), na segunda metade do século XIX, o modelo fordista de produção, na primeira metade do século XX, as duas grandes guerras, a crise urbana da década de 1960 e o pós-fordismo, a terceira revolução industrial (baseada na tecnologia eletrónica digital) a partir de 1960, a mundialização nos finais do século XX, as novas tecnologias de informação e comunicação e, finalmente, a globalização na transição de século marcaram, a seu tempo, uma evolução das estruturas sociais e económicas que produziu por sua vez uma correspondente alteração na espacialização da habitação, comércio, serviços, indústria e de todas as outras atividades que fazem hoje parte de um mundo maioritariamente urbano (SOJA, 2007).

Surgiram uma série de descrições e catalogações destas evoluções das formas da cidade. Entre elas, e seguindo INDOVINA *et al.* (2007), podemos destacar, por terem mais a ver com a realidade da região estudada: “*Conurbation*” (Patrick Geddes): “Cidade e vilas industriais que se unem em vastas cidade-regiões ou conglomerações” ; “*Città-regione*” (Giancarlo De Carlo): “Um organismo que dispensa os limites físicos, pois permite a cada um em cada momento a escolha dos limites mais convenientes com as suas exigências específicas” ; “*Rurbanisation*” (Jean Michel Roux/Gérard Bauer): “Resulta da disseminação das cidades pelo território, tornando ‘rurbanas’ as áreas rurais próximas dos centros urbanos que recebem novo contingente de população residencial e que são, contudo, caracterizadas pelo domínio do espaço não urbanizado” ; “*Città diffusa*” (Francesco Indovina): “Uma urbanização de baixa intensidade caracterizada por uma massa consistente de população, serviços e atividades produtivas, com uma elevada dispersão num território muito vasto que não dá lugar a fenómenos de alta densidade ou intensidade, tendo, além disso, uma alta conexão horizontal entre os diversos pontos do

território, o que garante uma mobilidade elevadíssima" ; “*Periurbanizzazione e diffusione a rete*” (Giuseppe Dematteis): "Cada centro é ligado em rede com todo o sistema regional, somando as vantagens da metrópole (intensa comunicação, informação, mobilidade, liberdade de escolha) com as vantagens de uma elevada qualidade urbana e paisagística (extinção das periferias, integração funcional, reconstrução do espaço público, redução do trânsito, alta qualidade estética da paisagem agrária)" ; “*Metapolis*” (François Ascher): "O conjunto dos espaços, dos habitantes, das atividades económicas e dos territórios que estão integrados no funcionamento quotidiano de uma metrópole. Constitui uma única bacia de emprego, de habitat e de atividades, com espaços profundamente heterogêneos e não necessariamente contíguos, difundindo-se por densificações, aglutinações e transformações e a partir de lugares e projetos que não são necessariamente contíguos à cidade original."

Na Europa assiste-se a uma urbanização que MARQUES (2004) classifica em três tipos:

- Processos de metropolização de carácter difuso, com a densidade demográfica no centro a diminuir, repetindo-se nas escalas urbanas inferiores, no seio de grandes manchas de metropolização (França, Itália, Portugal – Porto);
- Processos de metropolização de carácter concentrado (Espanha, Grécia, Irlanda, Portugal – Lisboa);
- Processos de difusão e união das redes urbanas regionais, na ausência de grandes aglomerações monocêntricas, são processos de urbanização relativamente uniformes no território, de menor intensidade e densidade em relação ao caso anterior (Holanda e Bélgica).

Portugal sofreu alguns dos mais rápidos aumentos de desenvolvimento urbano da União Europeia, especialmente à volta das principais cidades e na costa litoral, estando, no ano 2000, 50 por cento das áreas urbanas localizadas numa área que dista menos de 13km da costa (EEA, 2006b).

O processo de urbanização ocorreu tardiamente no nosso país, comparativamente com o Norte e Centro da Europa. Algumas características da evolução populacional nos últimos cinquenta anos foram: a perda de população numa extensa parte do território e ganho noutras; o aumento de densidade no litoral entre extremo Norte e Setúbal; o aumento da densificação das duas mais importantes e extensas áreas urbanas, Porto e

Lisboa, refletindo os processos de suburbanização; a baixa densidade residencial que marca quase todo o território interior; as pequenas "ilhas" com alguma atratividade residencial que resistem no interior (MARQUES, 2003).

Em torno de Lisboa ocorre um processo de suburbanização adjacente ao centro da cidade, tendo este por sua vez registado processos de despovoamento desde os anos 60. No Porto, o processo de urbanização é mais difuso e estendido e mais fragmentado, estendendo-se entre Braga e Aveiro, com algumas descontinuidades. Entre as duas metrópoles desenvolve-se uma extensa área, mais ou menos recortada, com crescimentos populacionais fracos ou perdas significativas (MARQUES, 2003)

## **2.2 O Urbano Disperso**

“O interesse pelos processos de suburbanização e da eventual dissolução da cidade compacta tradicional numa cidade cada vez mais dispersa e fragmentada tornou-se uma constante na reflexão urbanística das últimas décadas” (MONCLÚS *et al.*, 1998, p. 5). O mesmo autor refere que muito do léxico usado inicialmente no debate teve origem nos processos de urbanização ocorridos nos Estados Unidos (“*ex-urbs*”, “*outer-cities*” ou “*edge cities*”), mas que a partir dos anos setenta também na Europa se começa a falar de “cidade difusa”, “metapolis” ou “hipercidade” para designar as novas realidades urbanas e territoriais. DOMINGUES (1999) observa que “o tema da urbanização difusa ocupou uma posição central nas áreas científicas que concorrem para o estudo das cidades.” (p. 43). Ela caracteriza-se por ser “expansiva, nebulosa, policêntrica, descontínua, estilhaçada [...] É feita de coalescências urbanas, organizada por eixos.” (p. 44).

NELLO (1998), por outro lado, sustenta que este processo de dispersão e expansão urbana chegou, nos países da Europa Ocidental, a um estágio final que “conheceu nos últimos 40 anos diversas fases: [...] do crescimento em mancha de óleo (por simples agregação ou expansão sem interrupção espacial com o espaço construído pré-existente) à suburbanização (o aparecimento de periferias metropolitanas mais ou menos densas, frequentemente ininterruptas espacialmente com a cidade central); da suburbanização à periurbanização (a integração das dinâmicas metropolitanas dos antigos núcleos rurais); da periurbanização à rurbanização (a difusão das dinâmicas metropolitanas até aos antigos espaços rurais mais afastados dos núcleos primitivos)” (p. 39). Criaram-se assim “suburbanizações infinitas, *edge cities* e megalópolis difusas que compõem uma complexa teia de aranha de urbanização que torna obsoletos os anteriores critérios de



definição de cidade" (NELLO, 1998, p. 40), como por exemplo limiares de população ou densidades relativas.

Assim, torna-se cada vez mais complexa a tentativa de delimitar espacialmente a cidade com base em critérios objetivos, sejam eles estatutos jurídicos, morfológicos, de espaços funcionais, de estrutura económica ou da hierarquia dos serviços.

O Quadro 1 resume as diferenças conceptuais entre a Cidade e o Urbano vistas por PORTAS *et al* (2011). Assim, o que caracteriza o Urbano por contraposição à Cidade é, em linhas gerais: “a descontinuidade e a fragmentação dominam sobre a continuidade; a irregularidade sobrepõe-se à regularidade; a heterogeneidade, à homogeneidade; as escalas e usos dos edifícios misturam-se em diferentes composições; os processos de transformação repetem essas diversidades e irregularidades; alargam-se os isotropismos territoriais (semelhança de qualidades locativas) a quase todo o território irrigado por uma rede capilar densa e minimamente infra-estruturada e que se vai ligando a um número superior de nós da rede arterial em diferentes pontos do território” (PORTAS *et al.*, 2011, p. 59), e ainda: “contrariamente à noção territorialmente *confinada* da cidade, o urbano extensivo é um *exterior* sem limites perceptíveis, uma nebulosa territorial, um magma mais ou menos contínuo de edificações que se relacionam com uma rede dendrítica de vias cujas ramificações se apresentam desigualmente hierarquizadas, conectando-se ora por traçados finos e sinusoidais de estradas e caminhos, ora por ligações a vias autoestradais, variantes e acessos a nós” (p. 59).

Alternativamente, DOMINGUES (1999) designa o fenómeno por cidade difusa, cidade de baixa densidade, metrópole expandida, conurbação ou metápolis e atribui-lhe “formas centrífugas de urbanização, territorialmente descontínuas e não homogéneas, onde sobressaem a imprecisão e a instabilidade dos seus limites, a progressiva desadequação em relação à malha administrativa e a dificuldade em encontrar formas de política urbanística e de ordenamento do território capazes de interpretar e regular estas novas morfologias e processos.” (p. 43).

A urbanização difusa foi especialmente estudada no modelo da chamada “Terceira Itália” (PORTAS *et al.*, 2003). Este modelo caracteriza-se por: “ser um território intensamente urbanizado e pontuado por uma rede densa de centros urbanos de pequena e média dimensão; ter um suporte viário denso, estruturado pelo traçado dos principais eixos viários e complementado por uma rede capilar de vias de menor importância; apresentar um padrão difuso de localização industrial predominantemente constituído por empresas de pequena dimensão; assentar numa matriz rural que permanece anterior ao

processo de industrialização, embora cada vez mais diluída pela dinâmica de urbanização extensiva e pela industrialização" (DOMINGUES, 1999, p. 44). "O mosaico completa-se com a existência de espaços abertos mais ou menos extensos e contínuos, limitados (mas também pontualmente interrompidos) pelo território edificado: grandes manchas florestais, usos agrícolas com estrutura fundiária muito retalhada pela retícula urbana, constituindo o que resta da matriz rural da cidade difusa.

Quadro 1 - Caracterização conceptual de cidade e urbano. Adaptado de PORTAS *et al.* (2011)

| CIDADE  | URBANO  |
|---|---|
| -Abordagem morfológica  | -Abordagem relacional<br>-Espaço Relacional<br>-Espaço de Fluxos<br>-Redes<br>-Relações e Formas  |
| -Densidade morfológica<br>-Aglomeração física<br>-Contiguidade edificada<br>-Interior<br>-Confinado<br>-Limites claros            | -Densidade Relacional<br>-Intensidade Relacional<br>-Aglomeração; Neo-aglomeração; Dispersão<br>-Contiguidade e fragmentação<br>-Exterior<br>-Desconfinado<br>-Limites imprecisos   |
| -Intensivo<br>--Estrutura simples<br>-Estrutura centrada  | -Extensivo<br>-Estruturas múltiplas<br>-Sem um único centro<br>-Descentralizado e múltiplo  |
| -Centrípeta<br>-Taxionomias em árvore<br>-Lógica binária<br>-Dicotomias<br>Categorias mutuamente exclusivas                       | -Centrípeto e centrífugo<br>-Taxionomia reticular<br>-Conexões múltiplas<br>-Sobreposições<br>-Categorias com pertenças múltiplas   |
| -Estrutura hierárquica<br>-Organização segundo lógicas holísticas, universalizantes e unitárias<br>-Crescimento em mancha de óleo | -Estrutura rizomática<br>-Organização segundo várias lógicas, atendendo a diferenças de contextos sociais e territoriais<br>-Expansão por contiguidade e descontiguidade<br>-Expansão dendrítica; por capilaridade<br>Colonização de infra-estruturas |
| -Texto  | -Hipertexto   |

Estes espaços, que constituem uma reserva de solo para a construção urbana, sendo altamente pressionados, são uma das bases das estratégias da pluriatividade do modelo da industrialização rural difusa.” (DOMINGUES, 1999, p. 46)

No Plano Regional de Ordenamento da Região Norte (PROT-N) considera-se que a edificação dispersa que interessa ao planeamento do território se refere à que ocorreu nas últimas quatro ou cinco décadas, tendo por base a resposta a necessidades muito desligadas da economia e da vivência da matriz rural que ditaram o povoamento disperso tradicional dominante até meados do século passado (CCDR-N, 2009). No estudo levado a cabo pela DGOTDU (2011) sobre a Edificação Dispersa no Quadro dos PROT e dos PDM salienta-se também que o "fenómeno atingiu uma disseminação, uma amplitude e uma intensidade tais que tem de ser encarado como uma realidade inevitável e, basicamente, irreversível nas situações em que já se consumou; a dimensão das áreas em que a ocupação dispersa atualmente se verifica é de tal modo elevada que elas não podem ser encaradas como estádios atuais de futuras áreas urbanas, a consolidar progressivamente através da densificação e compactação do edificado, dada a insuficiência estrutural das respetivas dinâmicas demográficas e urbanísticas de suporte" (p. 17).

### **2.3 Causas e Consequências da Expansão Urbana Dispersa**

Segundo o relatório da Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2006b), os principais fatores da expansão urbana dispersa são os que estão descritos no Quadro 2. Por outro lado, a ocupação dispersa tem consequências que, na opinião da vasta maioria dos autores e entidades, são claramente nefastas:

“É cada vez mais consensual que, pesem embora as eventuais virtualidades da ocupação dispersa, o alastramento da mancha territorial em que o fenómeno se verifica acarreta custos cada vez mais inoportáveis do ponto de vista ambiental, infraestrutural, económico, etc.” (DGOTDU, 2011, p. 17)

O desenvolvimento urbano origina o consumo de numerosos recursos naturais, sendo especialmente preocupante o consumo de terrenos e solo, pois são recursos, na generalidade, não renováveis. Ao contrário das mudanças de aproveitamento agrícola, a

transformação de área agrícola em áreas urbanas tende a ser permanente e ser reversível apenas a custos elevadíssimos.

Quadro 2 - Fatores da Expansão Urbana Dispersa (adaptado de EEA, 2006b)

| Dimensão                    | Fatores   |
|-----------------------------|---|
| Macroeconómica              | Crescimento económico<br>Globalização<br>Integração Europeia  |
| Microeconómica              | Aumento do nível de vida<br>Preço do solo<br>Disponibilidade de solo agrícola barato<br>Competição entre municípios   |
| Demográfica                 | Crescimento populacional<br>Aumento do número de famílias   |
| Preferências de habitação   | Mais espaço por pessoa<br>Escolhas e preferências relativas à habitação   |
| Problemas da cidade central | Má qualidade do ar<br>Ruído<br>Habitação pouco espaçosa<br>Insegurança<br>Problemas sociais<br>Falta de espaço verde e espaço aberto<br>Baixa qualidade das escolas |
| Transportes                 | Aumento da posse de veículo privado<br>Disponibilidade de estradas<br>Baixo custo do combustível<br>Transporte público fraco  |
| Enquadramento legal         | Planeamento débil do uso do solo<br>Fracca aplicação dos planos existentes<br>Falta de coordenação e colaboração horizontal e vertical                              |

Este avanço das áreas urbanas dispersas causa também fragmentação do território e de áreas naturais, isolando corredores de migração de espécies selvagens, reduzindo habitats naturais e o volume de exemplares de várias espécies protegidas.

Outra consequência é o aumento do consumo de energia, pois geralmente áreas urbanas compactas com densidades populacionais mais elevadas são mais eficientes energeticamente. Vários estudos mostram uma relação direta entre aumento de densidade populacional e eficiência energética, ao mesmo tempo que mostram que baixas densidades populacionais estão associadas a altas taxas de consumo energético, sobretudo devido à mais longa e mais complexa rede de distribuição necessária, que a torna extremamente ineficiente, e ao maior volume de tráfego necessário para assegurar a mobilidade quer de transportes públicos como de privados (EEA, 2006b).

DOMINGUES (1999) salienta que "sendo impossível infraestruturar toda a área urbanizada, sobretudo em termos de saneamento básico, surgem ruturas ambientais. [...] os sistemas ligeiros de rejeição de resíduos e fábricas contaminam os aquíferos subterrâneos, complicando e onerando eventuais despoluições devido à excessiva proliferação dos pequenos e grandes agentes poluidores. [...] em frentes de mar ou rio, por exemplo, as questões são ainda mais delicadas e difíceis de controlar, devido à forte pressão imobiliária" (p. 52).

De uma perspetiva social, a dispersão urbana gera uma maior segregação do espaço residencial de acordo com o rendimento das famílias, podendo exacerbar desigualdades e injustiças socioeconómicas. Na perspectiva económica das famílias, o povoamento disperso é mais oneroso, devido ao aumento dos custos de deslocação para o trabalho, da ineficiência e rarefação do transporte público, que obriga à utilização do transporte privado, e também porque normalmente são elas a pagar os custos adicionais que as empresas de distribuição (energia, telecomunicações, água, etc.) têm em infraestruturar áreas mais remotas.

#### **2.4 O Fator Residencial: Causa e Consequência**

Em Portugal, o padrão de urbanização residencial é maioritariamente difuso, com os tecidos urbanos a serem adjacentes ou desligados dos centros urbanos, sendo o fenómeno responsável por mais de 45 por cento da transformação das áreas costeiras em superfícies artificiais, padrão muito alimentado pela procura de residências de férias de populações do Norte da Europa, bem como da procura doméstica (EEA, 2006b).

A este propósito, DOMINGUES (1999) liga o alargamento territorial e o aumento da complexidade dos sistemas e redes de mobilidade ao desenvolvimento de zonas residenciais de primeira e segunda habitação, preferencialmente adquiridas por grupos sociais com razoável ou elevado poder de compra e mobilidade, assegurando o usufruto das melhores condições de qualidade ambiental e paisagística. Para populações com menor poder de compra, a presença de transportes públicos assume um papel preponderante na escolha de outros conjuntos residenciais (DOMINGUES, 1999).

A propósito da expansão do tecido urbano residencial para o espaço rural, MARQUES (2003) assinala que "a década de noventa foi marcada pela aceleração brutal das aquisições de terrenos nos espaços rurais por não agricultores. Este mercado fundiário foi atraindo cada vez mais cidadãos que procuram no campo tranquilidade e lazer, traduzindo a necessidade de uma residência secundária. Na escolha do lote, têm papel

preponderante: o tipo de edifício, a dimensão do lote, a qualidade ambiental envolvente ou o prestígio do local. Outras vezes é um regresso às raízes familiares, à terra natal, às representações do espaço vivido noutros tempos." (p. 510).



### **3 Área de Estudo: A Ria de Aveiro**

#### **3.1 Evolução e Caracterização**

*Suis terras in Alauario et Salinas* é a mais antiga forma que se conhece do topónimo Aveiro, aquando da doação do território ao mosteiro de Guimarães, em 959 (CMA). Desde cedo que a salinagem, a pesca e o comércio marítimo, tirando partido da proximidade da ria, estiveram na base do desenvolvimento da região. No século XIII, Aveiro foi elevada à categoria de vila (CMA). As muralhas, construídas no século XIV, só viriam a ser finalmente derrubadas no século XIX. Em finais do século XVI, a barra ficou obstruída devido a um Inverno muito rigoroso, o que causou a destruição das salinas e a insalubridade dos campos, levando a uma vaga de emigração de um importante contingente populacional (FUNDAÇÃO DA JUVENTUDE, 2006). Em 1808, obras na barra abrem definitivamente o porto de mar, iniciando um período de prosperidade, com a abertura da fábrica da Vista Alegre em 1824 e com a inauguração da estrada para Viseu em 1854 e do caminho-de-ferro em 1864. Aveiro tornou-se assim num centro industrial, de construção naval, de comércio marítimo e pesca longínqua, retomando a atividade nas salinas. Hoje em dia, as novas autoestradas (A1, A25 e A17) e a remodelação e modernização da linha do norte colocam Aveiro numa posição estratégica a nível nacional no eixo urbano litoral, bem como em relação a Espanha, em especial à região de Castela e Leão (FUNDAÇÃO DA JUVENTUDE, 2006), para a qual tem a pretensão de ser o principal porto escoador (situação reforçada recentemente com a ligação ferroviária direta ao porto). Aveiro na Região Centro, localizada entre as Regiões Metropolitanas de Lisboa e Vale do Tejo e do Noroeste, e conta ainda com uma estrutura urbana policêntrica de cidades médias (PROT-C, Plano Regional de Ordenamento do Território da Região Centro, versão para debate público, não aprovada, 2011).

A região da Ria de Aveiro, que corresponde sensivelmente à NUTIII Baixo Vouga, é marcada pela urbanização difusa, tendo como polo principal a aglomeração urbana de Aveiro que conta com maior concentração de serviços e equipamentos, infraestruturas da mobilidade e os seus nós, infraestruturas logísticas portuárias, ferroviárias, e concentrações de atividades industriais e logísticas e como polos secundários Aveiro/Águeda, incluindo Ílhavo, Estarreja, Albergaria-a-Velha, Oliveira do Bairro e Ovar (PROT-C, 2011). O PROT-C considera o sistema urbano do Baixo Vouga uma região diferenciada no contexto das áreas urbanas da região Centro, designando-a por



“constelação urbana de Aveiro”. Ainda segundo o PROT-C, este sistema urbano está numa "posição favorável na logística nacional e regional, com a ligação ferroviária ao porto de Aveiro, na rótula do IP1 com o IP5, contando com a plataforma logística de Cacia e uma eventual estação da RAVE." (p.23). Contudo "vive sob um 'efeito sombra' relativamente à Conurbação Metropolitana do Porto, pelo que é necessário reforçar a sua importância urbana e funcional", salienta o PROT-C (p. 14). Assim, para contrariar este efeito, é necessário, "por um lado, reforçar a mobilidade na aglomeração contínua de Aveiro e criar mais ligações entre a rede rodoviária capilar local com a rede nacional; por outro, investir na inovação e no conhecimento, nos serviços avançados, na internacionalização, e apoiando a emergência de novas fileiras ou agregados de atividades e recursos humanos competitivos" (p. 14).

O sector industrial tem grande presença, especialmente os subsectores do plástico, da química, da cerâmica e da metalomecânica ligeira, contribuindo para um considerável dinamismo industrial em termos de PIB, VAB, emprego e exportações. Segundo o PROT-C, o eixo urbano Aveiro / Estarreja / Ovar especializou-se nos sectores da Indústria, Turismo e Lazer, enquanto o eixo urbano Águeda / Aveiro se especializou nos sectores do Emprego, Ensino e Lazer.

### **3.2 Padrões da Evolução da Expansão Urbana**

A expansão urbana da área de estudo nas últimas décadas teve um comportamento semelhante ao das restantes áreas costeiras portuguesas (EEA, 2006a). Dos três momentos analisados, correspondentes às cartas da Corine Land Cover para os anos de 1975, 1990 e 2006, apenas a do ano de 1975 não contempla toda a área de estudo, mas apenas uma faixa costeira com uma largura média de 20km. As comparações do crescimento são por isso feitas tendo por base esta área. Dividiu-se a análise em áreas de tecido urbano e áreas de indústria, comércio e serviços. Para as áreas de tecido urbano usaram-se as classes CLC de nível 3: 111 (tecido urbano contínuo) e 112 (tecido urbano descontínuo) e 142 (equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas). Para as áreas de indústria, comércio e serviços usaram-se as classes 121 (indústria, comércio e equipamentos gerais), 123 (áreas portuárias) e 124 (aeroportos e aeródromos) e todas as classes de nível três pertencentes à classe de nível dois 13 (áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção).

Quadro 3 - Área e taxa de crescimento do tecido urbano na área de estudo (Fonte: CLC)

| Ano                     | 1975 | 1990  | 2006  |
|-------------------------|------|-------|-------|
| Área (ha)               | 2234 | 9267  | 10098 |
| Taxa de Crescimento (%) | -    | 314,9 | 8,9   |

Relativamente às áreas urbanas, e como se pode ver no Quadro 3 e na Figura 2, deu-se uma autêntica explosão de crescimento entre 1975 e 1990, com uma taxa de crescimento que, em 15 anos, superou os 300 por cento. A partir de 1990, o crescimento abranda para níveis muito inferiores aos registados nos quinze anos anteriores, cifrando-se na ordem dos 9% nos 16 anos entre 1990 e 2006. A área urbana passou assim de um valor a rondar os 2200 ha em 1975, para os 10000 ha em 2006, cinco vezes mais, portanto.

O crescimento deu-se sobretudo ao longo dos eixos viários Albergaria-Oliveira de Azeméis, Estarreja-Ovar, na área da Gafanha da Nazaré, a oeste de Aveiro, nos eixos viários que ligam Aveiro ao resto da rede viária e, de um modo geral, nas sedes de concelho. Por outro lado, é notório o carácter disperso da área urbana, sobretudo no período que vai de 1975 a 1990.

Quanto às áreas de indústria, comércio e serviços, a parte de leão do crescimento dá-se de 1990 para 2006 – mais de 154% Quadro 4 e Figura 3. Entre 1975 e 1990 dá-se uma diminuição da área ocupada na ordem dos 6%.

As áreas industriais ocupavam quase 800 ha em 1975, passando para uma área a rondar os 1900 ha em 2006. Estas áreas aparecem sobretudo nas imediações das sedes de concelho como zonas industriais (Estarreja, Albergaria, Águeda, Oliveira de Azeméis). Inclui-se também o Porto de Aveiro e estruturas de apoio (área das Gafanhas) e uma grande mancha que vai de Cacia a Esgueira.

Quadro 4 - Área e taxa de crescimento das áreas de indústria, comércio e serviços na área de estudo (Fonte: CLC)

| Ano                     | 1975 | 1990 | 2006  |
|-------------------------|------|------|-------|
| Área (ha)               | 776  | 730  | 1856  |
| Taxa de Crescimento (%) | -    | -6,0 | 154,3 |

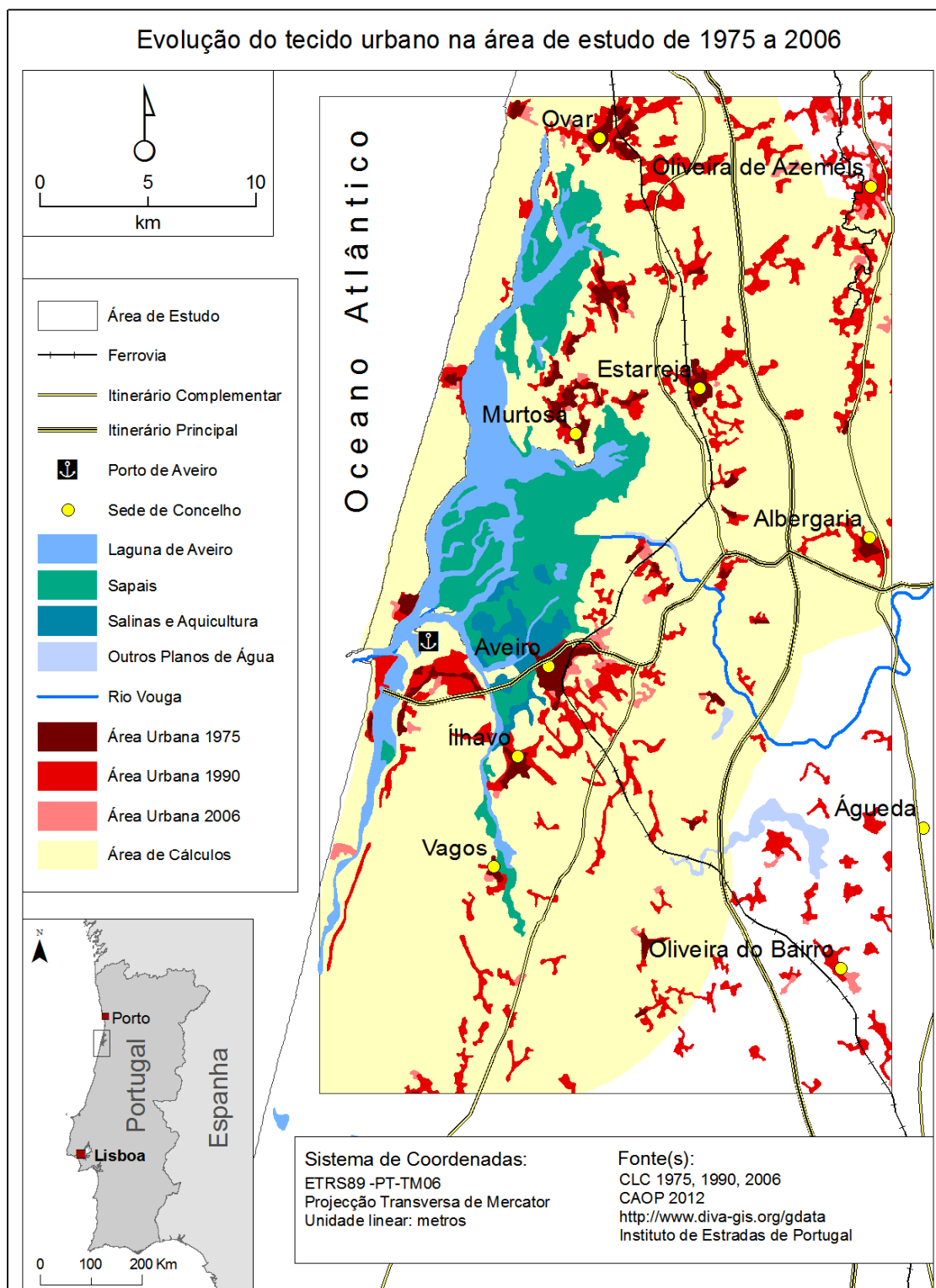


Figura 2 - Evolução do tecido urbano na área de estudo de 1975 a 2006 (Fonte: CLC)

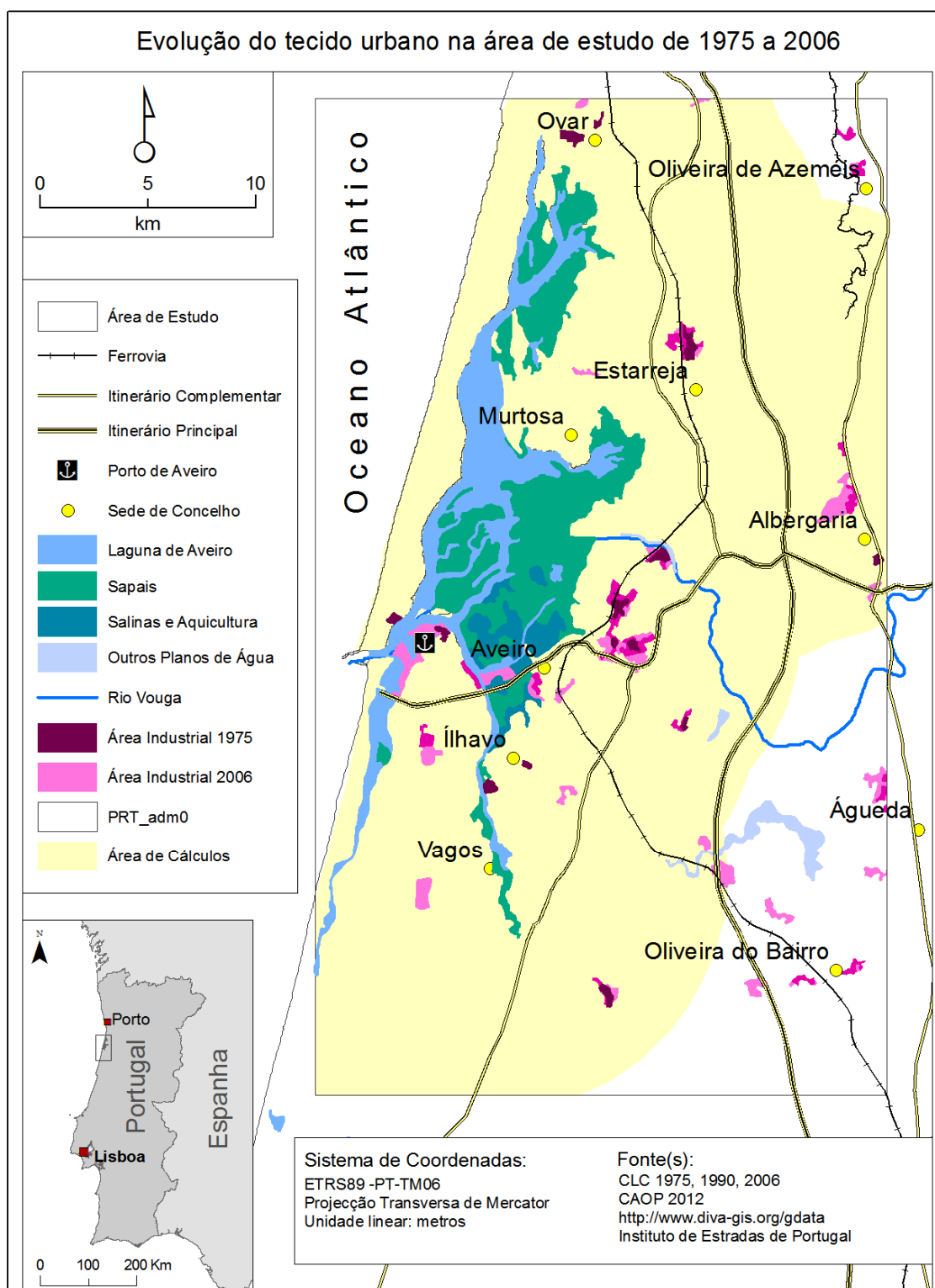


Figura 3 - Evolução das áreas de indústria, comércio e serviços na área de estudo de 1975 a 2006 (Fonte: CLC)

### 3.3 Valores e Recursos

A exemplo de outros ecossistemas sensíveis no interior ou margens das conurbações portuguesas (Ria Formosa, estuário do Tejo), a Ria de Aveiro é uma área importante de recursos biofísicos, paisagísticos e culturais (PORTAS *et al.*, 2003). A seguir elencam-se os principais valores e recursos ambientais e socioeconómicos.

#### 3.3.1 Valores e Recursos Ambientais

Na área de estudo destacam-se os biomas de áreas húmidas costeiras, sistemas costeiros e áreas húmidas interiores, ecossistemas estes que providenciam uma variedade de serviços fundamentais para o bem-estar, saúde, estilo de vida, lazer e sobrevivência das populações humanas (DE GROOT *et al.*, 2012).

Segundo a classificação de DE GROOT *et al.* (2012) do valor monetário dos serviços dos ecossistemas, os biomas referidos apresentam valores (Quadro 5) que são, respectivamente, o primeiro, segundo e terceiro mais valiosos de todos os biomas estudados.

Quadro 5 - Valor monetário médio dos serviços dos ecossistemas de dez biomas (adaptado de DE GROOT *et al.*)

| Bioma                    | Valor médio dos serviços dos ecossistemas (\$/ha/ano) |
|--------------------------|---|
| Recifes de Coral         | 352915  |
| Áreas Húmidas Costeiras  | 193845  |
| Sistemas Costeiros       | 28917   |
| Áreas Húmidas Interiores | 25682   |
| Florestas Tropicais      | 5264  |
| Rios e Lagos             | 4267  |
| Florestas Temperadas     | 3013  |
| Pradarias                | 2871  |
| Bosques                  | 1588  |
| Oceanos                  | 491   |

As áreas húmidas costeiras, em especial, apresentam um valor muito alto em relação à média dos restantes biomas, sendo apenas superadas pelas áreas de recifes de coral.

Dentro das áreas húmidas costeiras da região destaca-se, naturalmente, a Ria de Aveiro. Ela é, também, além dos seus valores e recursos de biodiversidade, "um espaço identitário da cidade de Aveiro, bem como de toda a região, apresentando-se como uma envolvente cénica e ambiental de qualidade, proporcionando imagens emblemáticas de

canais e presença geral de água na cidade" (DGOTDU, 1996, p. 74). Constitui uma vasta área de *interface* de água doce e salgada com importantes recursos marinhos de elevado valor económico e ecológico, apresentando um enorme potencial de desenvolvimento turístico (CCDR-C, 2011).

Dentro dos sistemas costeiros destacam-se a Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto, com potencialidade para atividades lúdicas e de lazer, a Mata Nacional das Dunas das Gafanhas que, juntamente com a Colónia Agrícola, compõe um grande maciço florestal, e a frente marítima da Barra e Costa Nova, com o cordão litoral e cordões dunares paralelos à Costa.

Dentro das áreas húmidas interiores destaca-se a Pateira de Fermentelos, uma das maiores lagunas naturais de água doce da Península Ibérica e uma importante área húmida devido, sobretudo, à tipologia do habitat e importância ornitológica (LARANJEIRA e NADAIS, 2008).

A área de estudo constitui, ainda, uma área plana e de clima ameno, potenciadora de percursos pedonais e cicláveis (DGOTDU, 1996).

### **3.3.2 Valores e Recursos Socioeconómicos**

A cidade de Aveiro é polarizadora de um conjunto alargado de concelhos urbano-industriais vizinhos (Ílhavo, Águeda, Albergaria, Vagos, Oliveira do Bairro) com os quais mantém fortes relações funcionais de complementaridade.

As principais oportunidades da região ao nível socioeconómico são, segundo a ARHC (2007):

"

- acréscimo da população residente que permite uma dinâmica positiva no comércio e serviços
- taxa de crescimento migratório positiva, um indicador de que a região mantém níveis de emprego crescentes
- centros urbanos regionais com participação ativa nos processos de inovação e reforço da coesão e competitividade regional
- exploração de dinâmicas de inovação, suportando o desenvolvimento de novos polos regionais de competitividade, através do reforço da articulação entre o tecido empresarial e as instituições de I&D

- relativa capacidade de atração de população residente dada a existência de crescimento migratório positivo
- áreas de nova centralidade urbana disponíveis para ocupação e áreas favoráveis à implantação do terciário
- nova estrutura viária com potencial para melhorar a acessibilidade à área central das cidades
- um aparelho científico e tecnológico com alguma dimensão, polarizado por uma Universidade dinâmica e ligada ao meio envolvente
- dinamismo demográfico, traduzido numa população relativamente jovem
- uma dimensão demográfica importante – 100.000 habitantes – no sistema Aveiro-Ílhavo
- grande potencial da exploração das fileiras da cultura, lazer e desporto face às realidades demográficas e educacionais
- exclusão social relativamente baixa" (p. 10)

Recentemente, em inquérito no âmbito do PROT-C, os municípios da região elegeram como eixos estratégicos de desenvolvimento o Comércio (Estarreja, Águeda e Aveiro), o Ambiente (Estarreja), o Turismo (Ílhavo e Aveiro), a Cultura (Ílhavo e Vagos), o Ambiente, Serviços e Requalificação Urbanos (Águeda, Albergaria, Aveiro e Oliveira do Bairro), a relação com o Mar e com a Ria (Ílhavo) e a Educação e o Desporto (Vagos e Oliveira do Bairro).

### **3.4 Pressões e Ameaças**

De um modo geral, na Europa, o crescimento de superfícies urbanas artificiais nas áreas costeiras tem continuado, com o maior crescimento a ocorrer em Portugal (34%), país onde nos 10km a partir da linha de costa as áreas urbanas são dominantes, especialmente no primeiro quilómetro (EEA, 2006a).

A Ria de Aveiro constitui um desafio pelas pressões a que está sujeita. Como principais ameaças e tensões na região, destacam-se os fenómenos de erosão, ocupação urbana, "fragilidade dos sistemas biofísicos (Ria de Aveiro e términos de bacias do Vouga), a conflitualidade de usos de solo entre a agricultura, floresta, urbanização e elementos e sistemas biofísicos levando por sua vez a uma degradação dos ecossistemas e aumento de poluição" (PROT-C, 2011, p. 14). Relativamente à erosão, a perda efetiva de território costeiro é um facto tecnicamente comprovado (PROT-C, 2011). A zona

costeira compreendida entre a Foz do Douro e a Nazaré é a área que apresenta os maiores riscos de erosão da região Centro, com especial incidência no sector Espinho-Ovar e Costa Nova-Vagueira (PROT-C, 2011). O combate a esta situação tem sido travado recorrendo a estruturas de defesa costeira, sejam elas campos de esporões ou defesas frontais que apenas contribuem para agravar a situação, com mais erosão a sul dos esporões (BARBOSA *et al.*, 2006).

As áreas urbanas inserem-se em ambientes naturais de uma grande riqueza e fragilidade (PROT-C, 2011). No PROT-C apontam-se os seguintes problemas relacionados com a ocupação urbana na região: "aumento da impermeabilização dos solos, com efeitos no ciclo hidrológico urbano, potenciando situações de cheias/inundações; continuação da construção nas áreas de risco referenciadas, pondo cada vez mais população e bens em situação de risco eminente; crescimento da ocupação difusa ao longo da linha de costa; desqualificação dos espaços públicos dos aglomerados, consequência da falta de planeamento e investimento na requalificação dos núcleos populacionais mais pequenos; áreas urbanas e turísticas em áreas de grande valor ecológico; aumento de intenções construtivas nos aglomerados costeiros; áreas de exploração portuária em conflito com áreas de elevado valor ecológico" (p. 185).

Esta região é, além disso, o final da Bacia do rio Vouga, sendo portanto o local de chegada de inúmeras linhas de água que transportam efluentes líquidos e resíduos das mais variadas origens: agrícola, industrial e residencial. Existe, além disso, uma tensão constante entre o "complexo sistema de relações e equilíbrios naturais, como a oscilação de marés, sistemas hídricos, sapais, diversidade de biótopos, e um território fragmentado administrativamente, onde se cruzam inúmeras tutelas, agentes e instrumentos de regulação, como a autoridade portuária, militar, de produção e gestão de infraestruturas, de conservação da natureza, municípios e associações de municípios e agentes particulares" (PORTAS *et al.*, 2003, p. 179).



## **4 Modelação do Uso do Solo**

### **4.1 Sistema uso do solo, teoria e modelação**

#### **4.1.1 Sistema de Uso do Solo**

"As transformações humanas dos ecossistemas e dos sistemas de uso do solo são a maior fonte de mudança na Terra" (KOK *et al.*, 2007, p. 517) e, consequentemente, têm sido "identificadas como um dos mais importantes processos para compreender e modelar a mudança global" (FLOEY *et al.*, 2005 Apud SCHALDACH e PRIESS, 2008, p. 1). Assim, as questões de mudança de cobertura/uso do solo têm atraído a atenção de um número cada vez maior de investigadores das mais diversas áreas como a geografia, economia, ecologia, sociologia, entre outras, interessados em modelar os padrões espaciais e temporais das mudanças de uso do solo, para compreender as causas e as consequências destas mudanças (LAMBIN *et al.*, 2000; IRWIN e GEOGHEGAN, 2001; PARKER *et al.*, 2003).

Clarificando a terminologia: cobertura do solo refere-se aos atributos de uma parte da superfície terrestre do planeta Terra e subsolo imediatamente adjacente, incluindo biota, solo, topografia, águas superficiais e subterrâneas e estruturas humanas descrevendo o estado físico da superfície, catalogando-o, por exemplo, em agrícola, florestal ou urbano; uso do solo refere-se à utilização que os humanos dão à cobertura e recursos do solo, bem como aos modos e objetivos com que essa utilização é feita (BRIASSOULIS, 2000; LAMBIN *et al.*, 2000). Por mudança de cobertura e uso do solo entende-se uma variação quantitativa na extensão espacial, uma conversão noutra tipo ou uma variação de intensidade de determinado uso ou cobertura do solo (BRIASSOULIS, 2000).

Estas mudanças são o resultado de uma complexa e intrincada rede de fatores que são universalmente divididos em dois grandes grupos: fatores biofísicos e fatores socioeconómicos (BRIASSOULIS, 2000; KOK *et al.*, 2007; VERBURG *et al.*, 2006; SCHALDACH e PRIESS, 2008). Os factores socioeconómicos incluem características e processos demográficos, económicos, sociais, políticos, industriais, institucionais, culturais e tecnológicos. Os fatores biofísicos incluem características e processos climáticos, topográficos, hidrológicos, de vegetação, de biodiversidade, de tipos de solo e de recursos naturais. (BRIASSOULIS, 2000; KOK *et al.*, 2007; VERBURG *et al.*, 2006; SCHALDACH e PRIESS, 2008).

Estes grupos de fatores podem também ser entendidos como subsistemas de um sistema terrestre que inclui um sistema humano (fatores socioeconómicos) e um sistema

ambiental (fatores biofísicos) (SCHALDACH e PRIESS, 2008). Estes subsistemas são componentes vitais para a compreensão das alterações do uso do solo e estão intimamente ligados. Uma alteração no sistema ambiental pode levar a decisões na esfera do sistema humano que por sua vez vão afetar o sistema ambiental. Assim, embora o sistema ambiental nunca cause diretamente alterações do uso do solo, fá-lo indiretamente ao alterar a cobertura do solo gerando assim reações no sistema humano que vão ter impactos no uso do solo. Por outro lado as alterações no sistema humano geram impactos no sistema ambiental ao causarem mudanças no uso e cobertura do solo. Há assim uma relação de retroalimentação entre os dois sistemas. (SCHALDACH e PRIESS, 2008).

Assim, um sistema de uso do solo é: "um tipo de uso do solo com fatores determinantes interrelacionados e com fortes relações funcionais entre eles. [...] fatores de um vasto leque de origens: biofísicas, económicas, sociais, culturais, políticas ou institucionais" (VERBURG *et al.*, 2006, p. 117).

#### **4.1.2 Teorias de Mudança de Uso do Solo**

Não existe uma única e universalmente aceite classificação das diferentes teorias que estudam as mudanças de uso do solo (BRIASSOULIS, 2000). A diversidade das diferentes abordagens epistemológicas e, por vezes, a intersecção e sobreposição das mesmas, torna muito difícil a sua classificação de modo simples e inequívoco. Neste estudo decidimos optar pela classificação proposta por BRIASSOULIS (2000), que usa o critério da tradição de teorização, que reflete o modo de conceptualizar o uso do solo e a sua mudança através das diferentes orientações epistemológicas que lhes estão na base.

Assim, as teorias de mudança do uso do solo podem ser agrupadas em três grandes grupos de teorização:

- teorias sociológicas e de economia política
- teorias de natureza-sociedade (ou natureza-humana)
- teorias económicas regionais e urbanas

Seguindo a proposta de BRIASSOULIS (2000), descreveremos sucintamente as duas primeiras e em mais pormenor a terceira, na qual se enquadra a abordagem em que se baseia este estudo.

As teorias sociológicas e de economia política estão ancoradas no modo de pensamento da Sociologia, Antropologia, Psicologia, Ciência Política e disciplinas relacionadas. Nesta tradição, as mudanças espaciais, políticas ou económicas são encaradas como o resultado das atividades humanas, relações sociais, redes sociais e intercâmbios socioculturais. Podem ser espacialmente explícitas, quando tratam o espaço como áreas da superfície terrestre com propriedades determinadas que tenham a ver com o seu uso, mudança e determinantes e implicações dessa mudança, ou não espacialmente explícitas, quando tratam o espaço e o uso do solo de forma abstrata e em segundo plano, necessitando sempre de uma aplicação a contextos concretos de usos do solo para apreciar os seus resultados. Dentro desta tradição podem ser delimitados subgrupos de teorias, tais como a funcionalista-behaviorista, a estruturalista, a de centro-periferia, a de troca desigual e de dependência e a de desenvolvimento desigual (BRIASSOULIS, 2000).

As teorias de natureza-sociedade constituem o mais abrangente e diverso grupo de teorização. Fazem parte da discussão mais abrangente sobre a mudança climática global, podendo também ser chamadas de teorias humanas-natureza ou homem-ambiente, tendo como pergunta fundamental o modo como o homem se relaciona com a natureza. Lidam com a totalidade das interações entre a natureza, a economia, a sociedade e a cultura. Teorias baseadas nas humanidades, nas ciências naturais e nas ciências sociais são subgrupos deste grupo de teorias (BRIASSOULIS, 2000).

As teorias económicas regionais e urbanas baseiam-se, na generalidade, no modo de pensamento da Economia, sendo a realidade representada através de conceitos e procedimentos económicos tais como preços de fatores de produção, de produtos e serviços, custos de transporte, custos marginais, economias de escala, externalidades e, sobretudo, a utilidade, que pode ser definida como a satisfação que um indivíduo obtém a partir do consumo de um conjunto de bens e serviços (BRIASSOULIS, 2000). Em todas as teorias a utilidade assume o papel central, usando a representação de um indivíduo totalmente racional, económico e que procura maximizar a utilidade. As teorias desta tradição dividem-se basicamente em dois grandes grupos: a perspetiva macroeconómica e a perspetiva microeconómica. As abordagens macroeconómicas lidam com padrões de comportamento agregados a pequena escala (regional a global) e indicam como poderão ser gerados padrões agregados do uso do solo. Já as abordagens microeconómicas partem do comportamento de consumo individual a grande escala (urbana a regional) para, a partir do somatório de todos os indivíduos, e ao ser

maximizada a utilidade para todos os indivíduos, gerar padrões de uso do solo (BRIASSOULIS, 2000).

As teorias macroeconómicas, segundo BRIASSOULIS (2000), podem ser agrupadas em:

- teorias do equilíbrio espacial: aplicam o conceito da maximização da utilidade proveniente da teoria da economia do bem-estar. Tratam assim de agregar todas as funções de utilidade individuais de uma comunidade englobando-as numa única função de bem-estar que expresse as preferências da comunidade por um conjunto de bens e serviços. Procuram determinar o equilíbrio dos preços de bens e serviços e o nível de salários que satisfaça uma distribuição eficiente da procura e da oferta, bem como o fluxo de bens e de fatores de produção entre os vários pontos que representam regiões de oferta e procura (COOKE, 1983 Apud BRIASSOULIS, 2000).
- teorias do desequilíbrio regional: partem do pressuposto de que existe uma desigualdade entre as várias regiões e que o seu desenvolvimento é também desigual, começando e avançando mais rapidamente nas regiões com mais recursos humanos e naturais, resultando num processo de acumulação de desigualdade. Embora continuem a encarar o espaço de forma abstrata, tal como as teorias de equilíbrio espacial, implicam uma mudança de uso do solo entre as várias regiões (variação das áreas agrícolas e industriais, por exemplo).
- teoria do desenvolvimento keynesiano: são teorias puramente não espaciais no sentido em que ignoram o espaço na sua análise da variação da procura de bens e serviços regionais provenientes de variações exógenas. As mudanças de uso do solo podem apenas ser deduzidas indiretamente através de fatores como rendimentos, investimentos, consumo, importações e exportações.

As teorias microeconómicas, segundo BRIASSOULIS (2000), podem ser agrupadas em:

- teoria do rendimento do solo agrícola: iniciada por von THUNEN no século XIX, é a predecessora da teoria da localização dos vários usos do solo e da análise da estrutura espacial regional e urbana. Baseia-se no pressuposto de que

num espaço uniforme, onde os custos de transporte aumentam com a distância a um centro urbano e a fertilidade da terra é uniforme, os vários usos agrícolas ou florestais ocupam áreas concêntricas em volta do centro. A sua localização depende de três fatores: valor no mercado dos bens produzidos, menos o custo de produção dos bens, somado ao custo de transporte que o movimento dos bens produzidos para o centro implicam. Assim, as atividades agrícolas competem pelas áreas mais próximas do centro (onde os custos de transporte são menores), de modo a maximizarem os seus lucros, o que faz com que as áreas mais próximas do centro se tornem mais caras e assim sejam ocupadas pelas atividades mais lucrativas, que podem pagar mais do que as atividades menos lucrativas. Esta disputa pelo solo mais próximo do centro é expressada por uma curva *bid rent* (valor de licitação pelo solo) que define os valores das parcelas de solo. Esta teoria, estando na base de todas as teorias de localização, foi sendo flexibilizada nos seus pressupostos rígidos e muitas vezes irrealistas (por exemplo ALONSO, 1964; ROMANOS, 1976; WHEELER e MULLER, 1981; Apud BRIASSOULIS, 2000) e aplicada a outros usos do solo tais como os residenciais e os comerciais.

- teoria do mercado do solo urbano: desenvolvida por ALONSO em 1964 é sucessora da teoria de von THUNEN e procura explicar o comportamento individual das famílias na escolha da localização da habitação e estrutura espacial de uma área urbana daí resultante. As famílias, na escolha da localização da sua habitação, licitam pelo solo (*bid-rent*) com outras entidades, como as empresas industriais e comerciais. Existe um *central business district* (CBD) onde as famílias trabalham e fazem compras, à volta do qual há um espaço uniforme, plano e contínuo onde os custos de transporte variam em razão direta com a distância ao centro. O valor do solo diminui com o aumento da distância ao CBD e assim existe uma curva descendente de valor do solo a partir do CBD. Neste espaço, as famílias, sujeitas a um orçamento limitado, procuram localizar a sua habitação próxima do centro, de modo a diminuírem os custos de transporte, mantendo um certo nível de consumo de bens e serviços. A utilidade (satisfação) das famílias depende assim destes três fatores e cada família procura maximizá-la através de um compromisso entre eles.

- teorias de estrutura espacial urbana e regional baseada em agentes: são teorias indiretas de mudança de uso do solo baseadas nas interações entre os agentes que influenciam os padrões espaciais.

Este estudo baseia-se numa abordagem económica regional e urbana segundo uma perspectiva micro-económica.

#### **4.1.3 Modelos de Mudança de Uso do Solo**

A modelação é um dos métodos ao alcance dos investigadores que permite desvendar as dinâmicas do sistema de uso do solo. Por oposição a abordagens descritivas e narrativas, que se focam sobretudo nos aspetos qualitativos da realidade, a modelação requer uma análise sobretudo estrutural e quantitativa (VERBURG *et al.*, 2006).

A modelação envolve o uso de representações artificiais das interações dentro do sistema de uso do solo de modo a explorar as suas dinâmicas e eventual desenvolvimento futuro (VERBURG *et al.*, 2006). Segundo VERBURG *et al.* (2006): "os modelos são assim usados como ferramentas de aprendizagem para consolidar conhecimento" (p. 117) e apresentam as seguintes vantagens relativamente a outros métodos de investigação:

- podem ser usados como laboratórios computacionais onde são testadas hipóteses acerca dos processos de mudança de uso do solo, contornando as dificuldades que apresentam as experiências efetuadas diretamente na realidade.
- desempenham um papel muito importante na comunicação entre áreas diferentes do saber, expressando de maneira aceitável, inequívoca, rigorosa e livre de conotações específicas a uma única área do conhecimento, fenómenos e ideias entre os investigadores de disciplinas diferentes.
- podem ser usados para explorar possíveis desenvolvimentos futuros no sistema de uso do solo, através da utilização de cenários e visualização de configurações alternativas do uso do solo que podem resultar em decisões de planeamento ou de desenvolvimento.
- podem ser usados como uma plataforma de comunicação e aprendizagem entre as partes interessadas em processos de decisão sobre o uso do solo
- funcionam, através de projeções futuras, como alertas para eventuais áreas vulneráveis resultantes das mudanças de uso do solo e permitem assim focar os esforços de planeamento e análise antecipadamente.

A modelação e a predição da expansão urbana iniciaram-se na década de 1950, mostrando grande fulgor a partir dos anos 90, depois de alguma inatividade nas décadas anteriores, graças ao aumento da disponibilidade de dados espaciais e avanços na tecnologia dos computadores e sistemas de informação geográfica (SIG) (WEGENER, 1994; SOUTHWORTH, 1995 Apud ALLEN *et al.*, 2003).

A maior parte da investigação sobre mudança da cobertura/uso do solo tem sido baseada na utilização de modelos que, quando espacialmente explícitos, integrados e multi-escalares, constituem uma importante técnica na exploração de percursos futuros alternativos, na condução de experiências que testam o nosso entendimento de processos-chave, bem como na descrição quantitativa desses mesmos processos (LAMBIN *et al.*, 2000).

Progressos recentes na aquisição de conjuntos de dados espaciais cada vez mais completos e com escalas de desagregação cada vez maiores, com origem nomeadamente na deteção remota, permitindo imagens de satélite pormenorizadas da superfície terrestre, têm permitido grandes avanços na conceptualização dos processos geográficos e ambientais associados às mudanças de uso do solo e o desenvolvimento de modelos espaciais que encaixem relativamente bem naqueles (IRWIN e GEOGHEGAN, 2001).

Os modelos LUCC (*Land Use and Cover Change*) baseiam-se numa enorme variedade de abordagens e conceitos, tornando-se, assim, complexa uma classificação dos modelos única e universal (BRIASSOULIS, 2000; VERBURG *et al.*, 2006).

Existem na literatura diferentes tentativas de classificação de modelos LUCC por parte de vários autores. LAMBIN *et al.* (2000) classificam os modelos segundo três dimensões: o que se sabe sobre a mudança de uso do solo e o que se quer saber sobre essa mudança respondendo a três questões fundamentais (onde, quando, e porquê) e o tipo de abordagem de modelação. BRIASSOULIS (2000) adota uma classificação baseada nos diferentes níveis temporais e espaciais considerados e nas características dominantes da arquitetura e soluções técnicas do modelo, que refletem a tradição epistemológica a partir da qual a abordagem conceptual ao sistema de uso do solo é feita. IRWIN e GEOGHEGAN (2001) fazem uma distinção entre modelos económicos e não económicos. AGARWAL *et al.* (2002) propõem um quadro de classificação baseado em três dimensões (espaço, tempo e decisão humana) e dois atributos para cada uma delas (escala e complexidade). PARKER *et al.* (2003), baseiam a sua classificação no tipo de arquitetura e técnicas matemáticas usadas, salientando as principais

vantagens, desvantagens e áreas de aplicação preferenciais de cada tipo de modelo. HAASE e SCHWARZ (2009) fazem uma classificação baseada nos objetivos e componentes dos modelos.

De todas as classificações consultadas parece-nos importante detalhar duas delas. A de BRIASSOULIS (2000), que por ser de carácter mais conceptual e epistemológico permite situar e descrever a abordagem do modelo utilizado dentro das várias teorias de mudança do uso do solo, e a de PARKER (2003), que permite uma maior aproximação aos métodos e técnicas utilizadas pelo modelo. A pormenorização do modelo utilizado será feita no capítulo 5.

A classificação de BRIASSOULIS (2000) abarca os seguintes quatro grandes grupos, que passamos a descrever adaptando o texto da autora:

- modelos estatísticos e econométricos: são modelos que se baseiam em sistemas de equações que expressam as relações entre a oferta e/ou a procura e seus determinantes, bem como entre a oferta e a procura, aplicando técnicas estatísticas como a análise de regressão múltipla e técnicas multivariadas, derivando relações matemáticas entre variáveis dependentes e independentes (explicativas).
- modelos de interação espacial: aplicam às interações das actividades humanas no espaço uma analogia da Lei da Gravidade da Física. São assim modelos de gravidade e são usados normalmente para modelar atividades como deslocações para o trabalho, consumo, circulação e mobilidade no geral. Implicam o estudo das entidades que interagem e da forma de interação entre elas.
- modelos de otimização: são modelos que estão orientados para atingir soluções que otimizam determinados objetivos pré-definidos. Baseiam-se sobretudo em programação matemática e técnicas de otimização e são aplicados normalmente a análises regionais e urbanas. Estes modelos podem ser sub agrupados pelas técnicas de programação que usam (linear, dinâmica, por objetivos, hierárquica, maximização da utilidade, multi-objectiva/multi-critério)
- modelos integrados: são modelos que estudam as interações, relações e ligações entre dois ou mais componentes de um sistema espacial - por exemplo, sectores da atividade económica, regiões, sociedade e economia, ambiente e economia, entre outros - e os relacionam com o uso do solo e as suas mudanças de forma direta ou indireta. São normalmente modelos de grande-escala, indo do nível



urbano e metropolitano até ao global. A integração pode ser do tipo espacial, sectorial, de usos do solo, económico-sócio-ambiental e de mercados.

O modelo utilizado é um modelo de otimização que usa uma programação do tipo maximização da utilidade. É uma abordagem económica à modelação o que pressupõe uma vontade do investigador em explicar as relações causais entre as escolhas individuais, por exemplo de proprietários de terrenos, e os resultados nas mudanças de uso do solo. Parte geralmente do ponto de vista dos proprietários de terrenos que tomam decisões sobre o uso do solo para maximizar retornos ou utilidade a partir desses terrenos. "A modelação do processo estrutural da economia que subjaz à mudança de uso do solo traz vários benefícios: em primeiro lugar, ao modelar o comportamento humano diretamente, em vez de modelar o resultado desse comportamento, o processo dinâmico, espacial e temporal subjacente associado ao agente económico pode ser explicitado. Em segundo lugar, torna-se possível abordar as questões endógenas: por exemplo, quando duas decisões de alocação de uso do solo são determinadas em conjunto, pode ser usado um sistema de equações que inclua equações explicativas das duas decisões" (IRWIN e GEOGHEGAN, 2001, p. 8).

Segundo PARKER (2003), os vários tipos de modelos podem ser divididos em nove categorias, que passamos a descrever adaptando o texto do autor:

- Modelos baseados em equações: são modelos matemáticos que se baseiam em equações para atingir uma solução estática ou de equilíbrio. Os mais comuns são baseados em teorias de crescimento e difusão da população que especificam uma mudança de uso do solo ao longo do tempo (SKLAR e COSTANZA, 1991 Apud PARKER, 2003), enquanto que modelos mais complexos se baseiam em teoria económica, empregando equações simultâneas (KAIMOWITZ e ANGELSEN, 1998 Apud PARKER, 2003). A desvantagem deste tipo de modelos é que é necessária uma solução para o sistema de equações, limitando assim o nível de complexidade que pode ser introduzido.
- Modelos de sistema: representam armazenamentos e fluxos de informação, materiais ou energia como conjuntos de equações diferenciais ligadas através de funções intermediárias e estruturas de dados (GILBERT e TROITZSCH, 1999 Apud Parker, 2003). As interações humanas e ecológicas podem ser representadas nestes modelos mas estão dependentes de uma enumeração explícita das causas e representação funcional, acomodando relações espaciais

com dificuldade (BAKER, 1989; SKLAR e COSTANZA, 1991 Apud PARKER, 2003).

- Modelos baseados em técnicas estatísticas: constituem uma abordagem comum à modelação, devido ao seu poder, aceitação e facilidade de uso. Incluem uma variedade de técnicas de regressão aplicadas ao espaço com métodos estatísticos espaciais feitos à medida (LUDEKE *et al.*, 1990; MERTENS e LAMBIN, 1997 Apud PARKER, 2003). A sua desvantagem consiste no facto de quando não estão ligados a um quadro teórico poderem minimizar o poder de decisão e os fenómenos sociais.
- Modelos de especialistas: combinam avaliação especialista com técnicas de probabilidade, tais como a Bayesiana ou teoria Demster-Schaefer (EASTMAN, 1999 Apud PARKER, 2003), ou então abordagens de inteligência artificial simbólica (GORDON e SHORTLIFFE, 1984; LEE *et al.*, 1992 Apud PARKER, 2003). São métodos que expressam um conhecimento qualitativo de uma forma quantitativa e que permite ao modelador determinar onde determinados usos do solo têm probabilidade de ocorrer, embora haja espaço para falhas e inconsistências, devido à dificuldade de incluir todos os aspetos do problema.
- Modelos evolucionários: são modelos dentro do campo da inteligência artificial inspirados no paradigma da evolução biológica. Alguns exemplos incluem redes neuronais artificiais e programação evolucionária. As redes neuronais são análogas de silicone à estrutura neuronal humana que são treinadas para associar resultados a estímulos. A programação evolucionária mimetiza, assim, o processo evolucionário Darwiniano.
- Modelos celulares: estão incluídos neste tipo de modelos os autómatos celulares (AC) e modelos de Markov, ambos operando numa matriz de células. Nos AC cada célula tem apenas um conjunto finito de estados possíveis, dependendo os estados futuros de um conjunto de regras de transição baseadas numa vizinhança espacial e temporal local, avançando o tempo em passos discretos. Nos modelos de Markov os estados das células dependem probabilisticamente de valores de estados das células temporalmente desfasados. Estes modelos apresentam vantagens quando as decisões humanas não são modeladas diretamente e quando numa unidade de análise as estratégias de decisão são fixas e afetam os diferentes atores de uma maneira simples e bem definida.

Funcionam menos bem quando os actores não estão ligados a determinada localização da mesma maneira que a matriz de células pressupõe, de modo que as relações espaciais reais não se encontram refletidas no modelo.

- Modelos híbridos: são modelos que combinam os modelos celulares com outras técnicas de modelação, por exemplo com técnicas estatísticas ou com modelos de sistema (modelo dinâmico de sistemas).
- Modelos baseados em agentes: são focados nas ações humanas, sendo os agentes o componente crucial. Os agentes são autónomos, partilham um meio ambiente através da comunicação e interação e tomam decisões que ligam o comportamento ao ambiente. A autonomia pressupõe um controlo sobre as suas ações de modo a atingir um determinado objetivo. Assume-se geralmente que os agentes são otimizadores perfeitamente racionais com acesso ilimitado a informação e antecipação do futuro e uma capacidade analítica infinita, sendo assim capazes de resolver problemas complexos de otimização matemática de modo a maximizar o seu bem-estar. Assim, surgem algumas dúvidas quanto às bases deste tipo de modelação baseada numa racionalidade sem limites, existindo outras abordagens onde essa racionalidade é delimitada (DUFFY, 2001; BOWER e BUNN 2000 Apud PARKER, 2003).
- Modelos multiagentes: combinam um modelo celular com um modelo baseado em agentes. O modelo celular faz parte do ambiente dos agentes, ao mesmo tempo que os agentes actuam no ambiente simulado. Podem assim simular-se as complexas interações entre os agentes e entre os agentes e o seu ambiente sem que seja necessário assumir condições de equilíbrio prévias. Em vez disso, o equilíbrio emerge a partir das interações entre os agentes e o seu ambiente.

O modelo utilizado é do tipo baseado em equações.

#### **4.2 Gestão Participada**

Neste subcapítulo pretende demonstrar-se a relevância da utilização da modelação do uso do solo como apoio aos processos participados de decisão. São avançadas definições de participação pública e de governança, explicitadas as vantagens da modelação nos processos de decisão e descritos dois exemplos da aplicação desta abordagem

#### **4.2.1 Participação Pública e Governança**

O envolvimento dos cidadãos nos processos de decisão do planeamento e ordenamento do território tem vindo a ser cada vez mais encorajado e valorizado, em Portugal e no mundo, especialmente desde a década de noventa (PARTIDÁRIO, 1999; DGOTDU, 2009).

Esta evolução deveu-se sobretudo à crescente complexidade dos problemas e seus atores num mundo globalizado, à constatação de que os recursos são limitados, à necessidade de gerar consensos estáveis em sociedades em que se deseja uma democracia mais representativa e que responda aos anseios dos cidadãos e onde estes se coresponsabilizem pelas decisões tomadas (PARTIDÁRIO, 1999; DGOTDU, 2009; CASER e VASCONCELOS, 2012).

Dois conceitos principais emergiram para designar este novo paradigma dos processos de decisão: participação pública e governança.

Por participação pública entende-se: "os processos de informação, consulta e envolvimento público, onde haja lugar à discussão direta com o público de propostas concretas de desenvolvimento, e suas alternativas, e dos efeitos das opções de desenvolvimento ao nível do ambiente e do ordenamento do território. [...] processos em que a participação se concretiza através do diálogo, do esclarecimento antecipado e da incorporação de contributos públicos na decisão final" (PARTIDÁRIO, 1999, p. 111).

A participação pode ser vista como um resultado e como um processo, onde ao mesmo tempo se educa o público sobre diferentes propostas, integrando as suas contribuições na decisão final, enquanto paralelamente se desenrola um processo de aprendizagem sobre a realidade local, que vai ele próprio beneficiar uma solução mais satisfatória para todos, reduzindo potenciais conflitos gerados pela mudança (PARTIDÁRIO, 1999).

Em Portugal o nível de participação pública é ainda baixo e não é encarado pelos cidadãos como uma questão fundamental para a melhoria da qualidade de vida (DGOTDU, 2009). O PNPOT (Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território) estabelece várias medidas estratégicas tendo em vista uma participação pública mais eficiente. Dentro destas, destacamos as que estão diretamente relacionadas com métodos inovadores de participação:

"reforçar os mecanismos de acesso à informação no âmbito da elaboração dos instrumentos de gestão territorial, nomeadamente através do uso das TIC, com vista a uma maior coresponsabilização e envolvimento da sociedade civil; rever os modelos de acompanhamento, participação e concertação previstos no regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial, no sentido de garantir o maior envolvimento das entidades públicas e das organizações económicas, sociais, culturais e ambientais desde a fase inicial de definição do conteúdo e das principais opções desses instrumentos; incentivar a organização e participação qualificada da sociedade civil na prestação de serviços de interesse geral, promovendo parcerias e redes de base territorial; desenvolver ações de sensibilização, educação e mobilização dos cidadãos para uma cultura valorizadora do ordenamento do território, do urbanismo, das paisagens e do património em geral; fomentar a investigação e a inovação na área do ordenamento do território e do urbanismo, nomeadamente através da instituição de bolsas de estudo especiais." (PNPOT, 2007, p. 59-58)

A governança "pretende ser uma nova resposta para novas preocupações, uma solução diferente para problemas especiais [...] através de formas menos autoritárias, hierarquizadas e formalizadas, das quais se espera uma maior legitimidade e eficácia, mas também maior responsabilidade, partilha, coerência, etc." (ARAGÃO, 2005 Apud DGOTDU, 2009, p. 25). Implica, pois, um respeito pela especificidade do local e do contexto por oposição a uma decisão pré-formatada a partir do topo (MCCALL e DUNN, 2012). A comissão europeia, no seu Livro Branco Sobre a Governança (UE, 2001), propõe uma reforma dos métodos de governação, de modo a atingir uma democracia mais ampla, e que assenta em quatro grandes mudanças, entre as quais um maior envolvimento dos cidadãos. Para aumentar e melhorar esse envolvimento, a comissão estabelece cinco princípios base para uma boa governança:

"

- abertura: as instituições devem prestar mais atenção à transparência e comunicação das decisões
- participação: os cidadãos devem ser sistematicamente envolvidos na redação e implementação das medidas
- responsabilização: as partes envolvidas no processo de decisão devem ter os seus papéis clarificados e devem assumir as respetivas responsabilidades

- eficácia: as decisões devem ser tomadas nos níveis e tempos adequados e responderem ao que é necessário
- coerência: as políticas extremamente diversas da UE (União Europeia) devem ser levadas a cabo de forma coerente" (UE, 2001)

Existem vários níveis de envolvimento do público num processo participado de planeamento, que pode ir da simples persuasão do público, tendo em vista alterar a sua atitude em relação a determinado plano, até ao controlo direto do processo de planeamento por parte do público (PARTIDÁRIO, 1999). Entre estes dois extremos existem vários graus de crescente envolvimento do público: consciencialização; resposta a uma questão particular; diálogo com as autoridades; direito a voto e poder de decisão; delegação de competências (PARTIDÁRIO, 1999). A participação deve, em qualquer caso, seguir uma trajetória que promova o empoderamento, equidade, confiança e aprendizagem dos diferentes *stakeholders*<sup>2</sup> (REED, 2008).

Entre as várias ferramentas disponíveis para facilitar a participação pública como reuniões de informação, audiências, sessões de esclarecimento e *workshops*, descreveremos como se pode processar esta última, dado que foi esse o método escolhido para ensaiar uma participação pública com o modelo deste estudo, da qual falaremos no subcapítulo 7.2.

Assim, e seguindo a proposta apresentada em DGOTDU (2009), um *workshop* pode ser estruturado nos seguintes passos ordenados:

1. Coligir informação: através de entrevistas a atores chave ou de fóruns participativos.
2. Gerar ideias: que possam vir a integrar o plano, abrindo novas oportunidades, identificando novas linhas estratégicas ou encontrando soluções mais inovadoras.
3. Hierarquizar: priorização das ideias para serem enquadradas num orçamento necessariamente limitado.
4. Construir uma visão: trata-se de uma ideia coletiva do que será o futuro ao ser aplicado o plano, que, de forma consensual, unirá os vários atores num enquadramento comum das propostas do plano.

---

<sup>2</sup> partes interessadas (fonte: <http://iate.europa.eu/>)

5. Desenvolver/avaliar propostas: novas ideias e formas de solucionar dificuldades existentes.
6. Visualizar: trata-se de comunicar as ideias e desafios gerados pelos grupos aos outros participantes
7. Informar/partilhar resultados/ conclusões e encerramento: períodos em que os participantes se encontram para partilhar os resultados obtidos nos subgrupos, especialmente importantes no início e no fim do trabalho ao chegar-se a conclusões sobre como será o desenvolvimento futuro.
8. Avaliar o processo: depois de cada ação participativa é necessária uma avaliação do processo para identificar problemas e melhorar o método no futuro.
9. Assumir o compromisso: assegurar a continuidade dos trabalhos levando a que os participantes assumam compromissos.

Aqui interessam-nos sobretudo os passos cinco, seis, sete e oito, devido à arquitetura e ao método do modelo usado e do tipo de *workshop* que foi ensaiado.

Um *workshop* participativo deve ter uma sessão de abertura, onde são dadas as boas vindas aos participantes e se enquadram as perspetivas dos vários *stakeholders* e o tipo e método de negociação utilizados. Uma vez constituídos os grupos de trabalho, iniciam-se as reuniões e discussões que alternam entre fases de plenário e fases de grupo. As fases de plenário servem para informar os grupos dos progressos das negociações das fases de grupo e para partilhar informação temática, de modo a criar um conhecimento mais equilibrado ou então relembrar e clarificar as regras de trabalho. Um plenário final contempla uma partilha e discussão dos resultados e uma avaliação dos trabalhos (DGOTDU, 2009).

#### **4.2.2 Modelação do Uso do Solo e Participação**

A modelação do uso do solo, quando usada em conjunto com os *stakeholders*, permite beneficiar o planeamento e o ordenamento do território e os seus recursos naturais devido, nomeadamente, "às suas capacidades de investigação, de interação entre os vários componentes e de integração" (STERK *et al.*, 2011, p. 311).

Olhando para os problemas relacionados com a cultura cívica e o planeamento e gestão territorial que o PNPO elenca, vários são aqueles que podem beneficiar de soluções diretamente relacionadas com a introdução de modelos de uso do solo no processo

participativo, nomeadamente: "ausência de capacitação técnica das instituições e dos agentes; insuficiências de bases técnicas como informação georreferenciada sobre recursos territoriais; dificuldade de coordenação entre os principais atores institucionais; opacidade dos procedimentos de planeamento e gestão territorial" (DGOTDU, 2009, p. 16).

A participação e envolvimento dos *stakeholders* nos modelos de uso do solo pode ir de uma abordagem participativa a uma negociação automatizada. Na abordagem participativa os *stakeholders* estão intimamente ligados à construção, validação e uso do modelo, promovendo a decisão coletiva e uma aprendizagem comum. A negociação automatizada é uma procura automatizada de acordos potenciais entre os *stakeholders*, baseada em preferências previamente introduzidas no modelo a partir de informações obtidas junto dos *stakeholders* (POOYANDEH e MARCEAU, 2013).

A construção de cenários futuros é uma prática comum na modelação como suporte à discussão e decisão (JESSEL e JACOBS, 2005; BOHNET *et al.*, 2011; STERK *et al.* 2011; POOYANDEH e MARCEAU, 2013). A cenarização é um método de avaliar quantitativamente as consequências futuras de determinada medida, integrando diferentes disciplinas e racionalizando a complexidade de uma realidade futura desconhecida, enquadrando-a em partes mais simples, para apresentá-la aos *stakeholders* de modo a que estes possam avaliar de forma racional e com dados sólidos as propostas para tomarem uma decisão (JESSEL e JACOBS, 2005; SOHL e CLAGGETT, 2013).

#### **4.2.3 Exemplos**

A seguir descrevem-se sucintamente dois exemplos do uso de técnicas de modelação espacial do uso do solo usados para apoiar o processo de decisão envolvendo *stakeholders*, no âmbito de uma gestão participada do planeamento.

BONHET *et al.* (2011) criaram um quadro de modelação integrada e aplicaram-no na bacia do rio Tully-Murray, na Austrália. Uma 'caixa de ferramentas', que integra uma base de dados comum e modelos relativos a diferentes sectores, permite a avaliação espacial estática dos diferentes cenários de mudança de uso do solo definidos pelos *stakeholders*.

Foi criada uma base de dados principal, destinada a construir os diferentes modelos, e, paralelamente, foi criada outra base de dados para apoiar a definição de cenários. Foram



também introduzidos dados a partir de entrevistas qualitativas à comunidade local. Existem três modelos de componentes disciplinares diferentes: qualidade da água que avalia níveis de sedimentos e carga de nutrientes no final da bacia hidrográfica; a biodiversidade terrestre, que avalia condições da paisagem para vegetação e aves, lacunas espaciais nos ecossistemas das áreas protegidas e extensão dos ecossistemas ameaçados; e a economia regional, que avalia conjuntamente a produção agrícola, poluição da água, infraestrutura de transportes e distância aos mercados. Os modelos são então integrados através de diferentes conectores informáticos e um interface permite ao utilizador (*stakeholder*) a criação de diferentes cenários através de mudanças na configuração atual do uso do solo. O processo de planeamento participado envolveu agricultores, indústrias, associações de proteção da natureza, população indígena, escolas e representantes das autoridades governativas. Este processo consistiu em três etapas sucessivas: 1) entrevistas qualitativas aos membros da comunidade; 2) projetos escolares, discussões e apresentações públicas e *workshops*; 3) discussões sobre os diferentes cenários para o futuro da área de estudo. A 'caixa de ferramentas', embora não tenha sido usada na prática, é adequada para a segunda etapa, de modo a desenvolver cenários de forma interativa com os *stakeholders*, e para a terceira etapa, para avaliar o impacto dos cenários na área de estudo. Este exemplo é interessante, pois permite o uso de uma única ferramenta para avaliar cenários, em vez de uma série de modelos independentes, integrando, além disso, na sua construção, contributos dos *stakeholders*.

POOYANDEH e MARCEAU (2013) desenvolveram um sistema de modelação espacial baseado em agentes e via *web* para auxiliar *stakeholders* no processo de negociação sobre localizações de novos empreendimentos (agrícolas, urbanos ou outros) na província de Alberta, no Canadá. O sistema de modelação tem três componentes: um sistema de gestão de bases de dados, uma aplicação *web* e um modelo baseado em agentes. As bases de dados foram construídas em conjunto com os *stakeholders*, através de entrevistas e dados recolhidos junto dos mesmos, e resumem os seus mandatos ou jurisdições, objetivos e preferências, juntamente com a informação espacial respetiva. A aplicação *web* funciona como um laboratório virtual onde, através de ferramentas SIG, os *stakeholders* podem interagir através de um ambiente informático interativo para fazerem propostas sobre planos de desenvolvimento, partilharem a sua perspetiva e participarem no processo negocial. O modelo baseado em agentes simula quatro *stakeholders*: um representante do município; uma ONG dedicada à proteção da qualidade da água; um instituto de agricultura; e o conjunto de perspetivas dos cidadãos.

O processo de negociação desenrola-se em várias etapas. Primeiro é submetido aos *stakeholders* um cenário com determinado plano de desenvolvimento através da aplicação *web* em formato de mapa de uso do solo. Depois os *stakeholders* atribuem uma importância quantitativa a vários critérios, previamente definidos, relativamente ao cenário, e introduzem essa avaliação no interface *web*. Estes valores são então automaticamente traduzidos em linguagem compreensível para o modelo baseado em agentes. Os agentes do modelo efetuam diversas análises espaciais avaliando a compatibilidade do cenário com as suas preferências (previamente definidas e obtidas a partir de entrevistas com os *stakeholders* reais) e, a partir daí, entram em negociação, através de um algoritmo, de modo a atingirem um compromisso de localização do empreendimento. O algoritmo corre várias vezes, alterando ligeiramente em cada corrida as preferências dos agentes, até chegar a um nível mínimo (pré-definido) de satisfação geral - otimizando a utilidade de cada agente. Este exemplo é interessante pois apresenta uma arquitetura em que a negociação entre os *stakeholders* é automática, otimizada matematicamente e levada a cabo numa simulação informática por agentes virtuais no modelo de uso do solo, mantendo, contudo, um elevado grau de participação dos *stakeholders* reais.

## 5 Modelo Utilizado

### 5.1 Modelo *land bid-rent* urbano e económico clássico

O modelo económico urbano tradicional de padrões espaciais urbanos de uso do solo é o modelo '*land bid-rent*' ou '*urban land market*' (ou modelo monocêntrico) desenvolvido por William ALONSO em 1964 (IRWIN e GEOGHEGAN, 2001). Descendente direto do modelo de von THUNEN, foi a "primeira aplicação explícita de uma abordagem de maximização da utilidade à localização da habitação" (BRIASSOULIS, 2000).

Considera a localização de um CBD (*central business district*) para o qual as famílias efetuam movimentos pendulares (ALONSO, 1964; MUTH, 1969; MILLS, 1967 Apud IRWIN e GEOGHEGAN, 2001) um espaço onde outras características são ignoradas, de modo a que a distância ao CBD passe a ser o fator determinante na mudança de uso do solo. A teoria subjacente ao modelo diz que as famílias otimizam a localização da sua habitação através de um equilíbrio entre a acessibilidade ao CBD e os preços do solo (que se refletem quer na construção, quer no arrendamento de habitação) e que têm uma relação inversamente proporcional com a distância ao centro. Segue-se que, na sua forma mais simplista, o padrão resultante deste equilíbrio pode ser descrito como um conjunto de anéis concêntricos de desenvolvimento residencial à volta do centro urbano, com uma densidade residencial decrescente à medida que a distância ao centro aumenta (IRWIN e GEOGHEGAN, 2001). Passou a ser considerado o modelo económico padrão depois das contribuições de MILLS (1967) e MUTH (1969).

MILLS expandiu a análise incluindo a localização do emprego e considerando o solo como um fator intermediário na produção da habitação (BRIASSOULIS, 2000).

MUTH acrescentou ao modelo as noções de serviço da habitação (terreno, área, e outras dimensões do valor da habitação) e considerou o rendimento da família como um dos determinantes dos gastos em deslocações (BRIASSOULIS, 2000). A versão de MUTH transformou-se "no primeiro modelo formal de equilíbrio geral do mercado da habitação e praticamente toda a teoria subsequente de mercado da habitação evoluiu a partir dele" (ARNOT, 1986 Apud BRIASSOULIS, 2000). Uma das grandes contribuições deste modelo é dar uma medida do efeito do rendimento na localização da habitação.

Esta primeira geração de análise/modelos foi criticada por se basear na premissa de que o homem funciona segundo apenas o princípio da maximização da utilidade (COOKE, 1983 Apud BRIASSOULIS, 2000) e por assumir condições muitas vezes irrealistas: uma conceção do espaço como um plano homogéneo, sem características pontuais que

quebrem essa homogeneidade, ficando reduzido a uma simples medida de distância ao centro urbano, tornando inviável a representação de todas as características heterogêneas da paisagem que influenciam as decisões sobre o uso do solo (IRWIN *et al.*, 2001).

Assim, muitos modelos que tentam explicar valores do solo combinam duas abordagens, incluindo variáveis que medem a distância aos centros urbanos, bem como outras que medem características específicas locais da parcela de solo (IRWIN *et al.*, 2001). Vários estudos têm tentado incorporar uma maior heterogeneidade espacial no modelo: BRUECKNER *et al.* (1999) usam amenidades urbanas; IRWIN e GEOGHEGAN (2001) utilizam a interação entre as famílias; WU (2003) leva em conta as amenidades ambientais; BENTO *et al.* (2006) tomam em consideração impostos e delimitações administrativas.

## **5.2 Modelo SULD**

A ideia por detrás do modelo SULD (modelo urbano clássico com amenidades ambientais) (ROEBELING *et al.*, 2007) é a de que as famílias, sujeitas a um limite orçamental, otimizam a sua localização residencial equilibrando a utilidade obtida a partir da proximidade aos centros urbanos e amenidades ambientais, espaço residencial e outros bens e serviços com o preço da habitação (dependente do *Land Rent Value*) e custos de deslocação para o centro urbano (movimentos pendulares), enquanto os agentes que fomentam empreendimentos imobiliários (*i.e.* construtores/investidores) otimizam o seu lucro equilibrando as receitas de desenvolvimento habitacional denso e custos de desenvolvimento associados, sujeitos à disposição das famílias em pagar pela habitação (ROEBELING *et al.*, 2007).

As amenidades ambientais são geradas por características topográficas ou de cobertura e uso do solo, como por exemplo rios, montanhas, linha de costa, florestas, parques, entre outros. São maioritariamente exógenas e o seu valor (ou utilidade marginal) varia entre áreas urbanas diferentes de acordo com a sua raridade, disseminação e acessibilidade (BRUECKNER *et al.*, 1999). O peso de uma amenidade ambiental na intenção de localização da habitação é definido pela distância a que determinado local está dessa mesma amenidade (rio, oceano, montanha) e do tamanho e qualidade dessa área natural (qualidade da água, limpeza das praias, qualidade do ar) (WU e IRWIN, 2003a). Existe uma relação inversa entre o preço da habitação e a distância a amenidades ambientais, de onde se conclui que as pessoas preferem viver perto dessas mesmas amenidades e

que estas escolhas podem influenciar as características da paisagem urbana, tais como a localização e densidade do desenvolvimento residencial (WU e IRWIN, 2003a).

As famílias são definidas pelas suas preferências por um determinado conjunto de bens e serviços. Em cada localização  $i$ , todas as famílias se consideram como tendo preferências idênticas sobre o espaço residencial  $Q_i$ , o nível de amenidades ambientais  $E_i$ , e um bem numérico  $Z_i$  representando todos os bens e serviços não relacionados com a habitação. As famílias podem escolher, através da localização  $i$ , um determinado valor de preço da habitação e as resultantes amenidades ambientais. A família maximiza assim a utilidade  $U_i$  na localização  $i$  sujeita a uma limitação orçamental, de modo a que:

$$Max_{Q_i, Z_i} U_i(Q_i, Z_i) = Q_i^\mu Z_i^{(1-\mu)} E_i^\nu \quad (1)$$

$$\text{subordinada a:} \quad Y = pPh_i^h S_i + Z_i + w_x x_i \quad (2)$$

em que  $\mu$  e  $\nu$  representam, respectivamente, a preferência da família pelo espaço residencial e pelas amenidades ambientais,  $pPh_i^h$  é o preço por unidade de habitação na localização  $i$ ,  $Y$  é o rendimento da família,  $w_x$  o custo de deslocação para o trabalho por quilómetro por ano, e  $x_i$  é a distância da localização  $i$  ao centro urbano. A substituição das condições necessárias na primeira equação dá o preço *bid-rent* para a habitação  $pPh_i^{h*}$  na localização  $i$  que é dada por:

$$pPh_i^{h*} = ((u^\mu (1-\mu)^{(1-\mu)} e_i^\nu (y - p_x x_i)) / u)^{1/\mu} \quad (3)$$

em que  $u$  denota um dado nível de utilidade  $U$ . A equação (3) dá a medida da máxima disposição das famílias em pagar pela habitação na localização  $i$  e representa o lado da procura no mercado da habitação.

Do lado da oferta, o investidor/construtor procura maximizar o seu lucro  $\pi_i$  na localização  $i$ , que é dada pela densidade do empreendimento  $D_i$  multiplicado pelo preço por unidade de habitação  $pPh_i^h$  deduzidos os custos de investimento, e é dada por:

$$Max_{D_i} \pi_i(D_i) = pPh_i^h D_i - (l_i + c_0 + D_i^\eta) \quad (4)$$

onde  $(l_i + c_0 + D_i^\eta)$  reflecte os custos do investimento, compreendendo o custo do solo  $l_i$  e custos de construção  $c_0 + D_i^\eta$ , enquanto  $\eta > 1$ . A substituição das condições

necessárias na equação (4) dá o preço de *bid-rent* para o solo  $r_i^{**}$  na localização  $i$ , que é dada por:

$$r_i^{**} = (mpPh_i^{h**})^{\eta/\eta-1} - c_0 \quad (5)$$

sendo  $m = [(\eta-1)^{(\eta-1)/\eta}] / \eta$ . O termo  $pPh_i^{h**}$  na equação (5) é o preço mínimo por habitação que o investidor/construtor está disposto a aceitar na localização  $i$  e representa o lado da oferta do mercado da habitação.

Em equilíbrio, numa situação em que a oferta de habitação iguala a procura, tendo portanto  $pPh_i^{h*} = pPh_i^{h**}$ , o preço do solo  $r_i$  na localização  $i$  pode ser agora derivado usando a equação (3) e é dado por:

$$r_i = ((ke_i^v(y - p_x x_i)) / u)^{\eta/\mu(\eta-1)} - c_0 \quad (6)$$

sendo  $k = (\mu m)^\mu (1 - \mu)^{(1-\mu)}$ . Assim, a correspondente densidade ótima de famílias  $n_i$  na localização  $i$  é agora dada por:

$$n_i = D_i / S_i \quad (7)$$

em que  $S_i = (\mu(y - p_x x_i)) / p_i^{h*}$  (condição necessária para a otimização de  $U_i$ ) e em que  $D_i = (\eta-1)^{-1/\eta} (r_i + c_0)^{1/\eta}$  (condição necessária para a otimização de  $\pi_i$ ) e onde  $p_i^{h*}$  e  $r_i$  são dadas nas equações (3) e (6), respectivamente (ROEBELING *et al.*, 2007).

### 5.3 Modelo Matemático para aplicação do SULD

Neste sub-capítulo descreve-se o *software* de otimização matemática utilizado e o seu funcionamento e interação com o utilizador.

#### 5.3.1 Descrição do software

O programa de otimização matemática utilizado foi o General Algebraic Modeling System (GAMS). O GAMS<sup>3</sup> é um sistema de modelação de alto nível desenhado para modelar e resolver problemas de otimização lineares, não lineares e de programação inteira mista. É aconselhado para modelações complexas e de grande escala e que

---

<sup>3</sup> mais informações em: <http://www.gams.com>

podem ser adaptadas a novas situações. Os modelos são descritos em declarações algébricas concisas, fáceis de ler e entender, quer pela máquina, quer pelo utilizador.

### 5.3.2 Funcionamento do modelo matemático

A estrutura do modelo matemático assenta em quatro grandes tipos de informação: *sets* (conjuntos/configurações), parâmetros, variáveis e equações.

*Sets* são os índices das variáveis e servem para definir e identificar os componentes do modelo. Aqui se definem quantos grupos de rendimento existem, que células da área de estudo se usam para simular a expansão urbana, e para quantos anos queremos correr a simulação.

Os parâmetros são valores que podem ser diferentes para cada uma das células utilizadas, definidas nos *sets*, ou podem ser valores gerais utilizados para todas as células por igual. Podem ser introduzidos pelo utilizador ou ser calculados a partir de outros parâmetros. Definem, entre outros, os rendimentos de cada grupo, o quantitativo populacional, a distância ao centro urbano, a distância à amenidade ambiental, o custo de transporte ou a utilidade das amenidades ambientais. São exemplos de parâmetros com valores por célula a distância ao centro urbano, a distância à amenidade ambiental ou o preço por unidade de habitação. Parâmetros de valor único para todas as células são por exemplo o custo de transporte, o rendimento familiar ou o preço de outros bens e serviços (além da habitação e transporte). Uma descrição pormenorizada de todos os parâmetros é feita no Anexo 10.

As variáveis são utilizadas para maximizar o objetivo de otimização do modelo. São exemplos a população num determinado momento e em determinada célula, o uso do solo em determinado momento e o total de população dos dois grupos de rendimentos em toda a área de estudo.

Por fim, as equações descrevem e operam o relacionamento entre os parâmetros e as variáveis. Definem por exemplo a parcela utilizada para fins residenciais pelos grupos de rendimentos superiores e inferiores ou o uso do solo em determinado momento. Algumas das equações necessitam de valores de entrada, como por exemplo a população estimada por grupo de rendimento.

A função objetiva do modelo numérico é a maximização, para uma determinada população  $Q_t$ , do bem-estar (excedente económico  $E_{eco}$ ), dos lucros dos empreendimentos ( $L_i^{emp}$ ) e da utilidade dos residentes ( $L_i^{res}$ ) em todas as localizações  $i$ , descontados os custos de construção dos empreendimentos, de modo que:

$$\text{Max}_{L_i} E_{eco} (L_i) = \sum_i (L_i^{emp} + (r_i - l_i - c_0 - D_i^\eta) L_i^{res})$$

sujeita a:

$$Q_t = \sum_i \eta_i$$

e

$$L_i^{emp} + L_i^{res} = a_i$$

onde  $l_i$  é o custo de oportunidade do solo,  $r_i$  é o *land rental value*, e  $a_i$  é a área da localização  $i$  (adaptado de ROEBELING *et al.*, 2007).

Uma vez compilado o modelo e definidos todos os *sets* e parâmetros, o modelo é corrido, e obtêm-se para cada uma das células (definidas no *set* inicial) os seguintes dados: valor da amenidade ambiental (adimensional), custos anuais de construção (€), densidade de desenvolvimento urbano ( $\text{m}^2$ ), custo de outros bens e serviços (€), densidade de famílias (adimensional), área de habitação ( $\text{m}^2$ ), preço da habitação (€), custo do uso do solo (€), uso do solo (agrícola, habitação para grupo de rendimento alto ou grupo de rendimento baixo) e população (adimensional).



## 6 Aplicação, Calibração e Validação do modelo SULD

Neste capítulo desenvolve-se o caso de estudo. Explica-se a escolha da área de estudo, dos centros urbanos e restantes centros de oferta de trabalho e das amenidades ambientais. Pormenoriza-se ainda o processo de calcular os rendimentos e gastos das famílias, as distâncias aos centros urbanos e restantes centros de oferta de trabalho e às amenidades ambientais. Aplica-se o modelo, executa-se a sua calibração e validação. Finalmente analisam-se os resultados obtidos.

### 6.1 Aplicação do Modelo

#### 6.1.1 Área de estudo

A área de estudo engloba toda a Ria de Aveiro e inclui os concelhos da Murtosa, Estarreja, Aveiro e Ílhavo e grande parte dos concelhos de Ovar, Oliveira de Azeméis, Albergaria, Vagos, Oliveira do Bairro e Águeda (Mapa 1). Procurou evitar-se que a área de estudo englobasse realidades urbanas que têm mais relacionamentos com outras áreas. A região metropolitana do Porto, a norte, foi excluída, tendo ficado fora da análise os concelhos de Santa Maria da Feira e São João da Madeira. A sul, áreas urbanas mais relacionadas com Coimbra foram também eliminadas: Anadia, Mealhada e Cantanhede.

Por outro lado, não interessava analisar a realidade apresentada na direção do interior do país, dadas as suas características diversas, como a menor densidade populacional e uma menor teia de relações com a região da Ria de Aveiro, devido a fatores como o relevo e as relativamente menos abundantes vias de comunicação, tendo sido estabelecido como limite a Este as áreas urbanas de Albergaria e Águeda.

Era também necessário definir uma área rectangular específica para poder modelar com o *software* de otimização matemática<sup>4</sup> e, assim, obedecendo aos critérios anteriormente enunciados, desenhou-se o rectângulo representado no, que tem 26,5km de lado (direção dos paralelos) e 46,25km de altura (direção dos meridianos). Este retângulo foi posteriormente dividido numa quadrícula de 250m de lado, ficando assim com 185 colunas verticais (na direção dos meridianos) e 106 colunas horizontais (na direção dos paralelos). Chegou-se assim a um número de células de 19610.

---

<sup>4</sup> o software de optimização matemática utilizado é o GAMS e descreve-se no sub-capítulo 5.3.1

### **6.1.2 Classes de Uso do Solo utilizadas no modelo**

Para simplificar a análise e reduzi-la ao que o modelo necessita como entrada de dados reclassificaram-se os mapas CLC para os anos 2000 e 2006. Através do agrupamento das subclasses da carta CLC criaram-se 5 classes de uso do solo distintas: Água, Floresta, Agricultura, Indústria Comércio e Serviços e Tecido Urbano. A correspondência entre as subclasses originais e as novas classes pode ser vista no Anexo 11. A correspondência das classes Corine Land Cover com as classes utilizadas no modelo pode ser apreciada nos Mapas 13 e 14.

### **6.1.3 Áreas de não construção**

Foram estabelecidas áreas em que não se permitiria a construção, ou seja, o modelo não contaria com estas áreas para simular tecido urbano. Além das áreas de águas marinhas e costeiras e interiores, proibiu-se a construção nas áreas de floresta e áreas protegidas.

As águas marinhas e costeiras correspondem ao oceano Atlântico e foram obtidas através da classe CLC de nível 2: 52. As áreas costeiras e interiores foram obtidas através das classes CLC de nível 2: 41 (zonas húmidas interiores), 42 (zonas húmidas litorais) e 51 (águas interiores).

As áreas florestais consideradas foram obtidas através das classes CLC de nível 1: 3 (florestas e meios naturais e seminaturais).

As áreas protegidas onde se tornou proibida a construção foram inventariadas recorrendo às bases de dados do Instituto da Conservação da Natureza, nomeadamente as que fazem parte da Rede Natura 2000 e da Rede Nacional de Áreas Protegidas. Foram seleccionadas todas as que protegem pelo menos uma parte da área de estudo, sendo elas: a Zona de Proteção Especial da Ria de Aveiro, os Sítio de Importância Comunitária do Rio Vouga e das Dunas de Mira, Gândara e Gafanhas e a Área de Proteção das Dunas de São Jacinto (Mapa 3).

Em relação à Zona de Proteção Especial da Ria de Aveiro, existem duas questões importantes para proceder ao seu uso como impedimento de construção que vale a pena descrever. Por um lado, esta área de proteção coincide de modo bastante preciso com o limite da expansão urbana atual, especialmente nas áreas Este e Sudoeste. Esta sobreposição dá-se devido ao facto de o solo nessas áreas não ser adequado à construção dado ser uma área de inundações frequentes (Mapa 2). Assim, seria extremamente prático usar este limite no modelo, visto este não ter nenhuma informação de entrada sobre condição e aptidão do solo para construção. Por outro lado, ao impedir a construção nas áreas junto à costa, mais próximas das praias, iria eliminar-se a

possibilidade de analisar a influência da amenidade ambiental oceano e do desenvolvimento residencial naquelas áreas. Optou-se então por libertar as áreas costeiras para construção, tal como pode ser observado no Mapa 3.

Assim, um mapa base (Mapa 15) foi criado tendo por base a CLC2000 para definir as áreas onde não estava permitida a construção: áreas aquáticas, áreas de proteção (descritas anteriormente), áreas de indústria, comércio e serviços e áreas florestais. As áreas aptas para construção são assim: as áreas agrícolas que não estejam abrangidas pelas áreas de proteção; e as áreas urbanas.

#### **6.1.4 Amenidades Ambientais**

Foram três as amenidades ambientais consideradas: Floresta, Oceano e Água.

A floresta foi escolhida por englobar as aspirações das famílias de viver em áreas com reduzida densidade de ocupação, qualidade ambiental, uma envolvente agrícola e florestal e a existência de espaços verdes.

O oceano é aqui utilizado como uma representação da amenidade praia. Por facilidade de cálculo, tornou-se mais expedito usar a área de oceano para medir as distâncias, pois, além da praia e seu uso propriamente ditos, esta amenidade ambiental quer também capturar o desejo de viver próximo do mar.

A água é encarada sobretudo como toda a área aquática da Ria de Aveiro e a possibilidade que a proximidade dela abre no contacto com a natureza (flora e fauna), tranquilidade e ar puro, vista panorâmica de qualidade e envolvimento ambiental de qualidade.

A correspondência das classes CLC com as diferentes amenidades ambientais está descrita no Anexo 12 e os mapas para os anos de 2000 e 2006 correspondem aos Mapas 4 e 5.

#### **6.1.5 Despesas das Famílias**

As despesas das famílias que interessam ao modelo são os custos da deslocação para o trabalho, os gastos em habitação e o total de gastos subtraindo os gastos na habitação.

Os custos de deslocação para o trabalho utilizados no modelo são expressos em euros por quilómetro por ano (€/km/ano). O valor estimado foi um custo médio, levando em conta os gastos em combustível e restantes despesas com a manutenção do automóvel, quatro deslocações casa-trabalho diárias ao longo de 250 dias por ano. Utilizou-se o

valor de acordo com as tabelas oficiais de compensação de deslocação por quilómetro de empresas, universidades e Estado (DGAEP, 2000). O valor final é de 250 €/km/ano. É necessário também conhecer a estrutura da despesa das famílias para atribuir uma proporção adequada ao que é gasto com a habitação e com todas as restantes despesas. Para isso, recorreu-se ao Inquérito às Despesas das Famílias do INE, que agrupa as despesas segundo a classificação COICOP (Classificação de Consumo Individual por Objetivo da OCDE). Duas classes agrupam as despesas com a habitação (Anexo 3): classe 4: habitação, despesas com água, eletricidade, gás e outros combustíveis; e classe 5: móveis, artigos de decoração, equipamento doméstico e despesas correntes de manutenção da habitação. Temos assim percentagens médias do orçamento familiar para despesas na habitação e restantes despesas, e que podem agora ser introduzidas no modelo para calcular, para cada um dos grupos de rendimento, as respectivas percentagens.

#### **6.1.6 Rendimentos das Famílias**

Para uma aproximação aos valores dos rendimentos das famílias, foram consideradas várias abordagens. O objetivo era simular pelo menos duas classes de rendimentos, para introduzir alguma aproximação à realidade. Investigou-se a distribuição de rendimentos com base em estatísticas de comprovada eficácia. Uma das mais usadas nestes casos é o nível de escolaridade, que se relaciona com o rendimento, como por exemplo em MARRA *et al.* (2011). Este estudo mostra claramente que os rendimentos estão correlacionados com o nível de habilitações. Recorrendo às estatísticas oficiais de Portugal é notório que o grupo com o ensino superior completo se destaca claramente dos restantes grupos de habilitações (Anexo 1), com uma média de ganho médio mensal a rondar os 1600 euros, quase o triplo da média dos restantes grupos, que ronda os 600 euros mensais. É também importante o facto de, entre o nível mínimo de habilitações e o nível imediatamente anterior ao ensino superior completo, a diferença ser, por comparação, muito menor – de apenas pouco menos de 500 euros para habilitações inferiores ao 1º ciclo do ensino básico, para pouco mais de 700 euros para o ensino secundário.

Contudo, esta abordagem revela algumas fragilidades se aplicada neste estudo, já que não podemos daqui retirar uma conclusão quanto ao rendimento da família, pois não dispomos de dados relativos ao número de pessoas por família com determinado nível

de habilitações, sendo as combinações inúmeras, complicando a acuidade do processo de cálculo. Assim, procurou-se outro método para encontrar uma proporção mais fidedigna entre os grupos de rendimento. Uma das alternativas era considerar a escolaridade do chefe de família; contudo, o indicador por si só não informa sobre os rendimentos dos outros membros da família. Outra alternativa, que parece bem mais prometedora, era recorrer aos dados do INE sobre o rendimento líquido anual do agregado por tipo de rendimento, segundo os quintis de rendimento total equivalente. Neste caso dispomos não só dos grupos de rendimentos estratificados em quintis como também do rendimento líquido (Anexo 2).

Com este indicador torna-se possível escolher os grupos de rendimento, bem como definir o valor do rendimento de cada um deles. Os dados confirmam um grupo que claramente se destaca da média total de todos os quintis, ou seja, o grupo de rendimento mais elevado (Anexo 2). Este cenário está de acordo com os dados sobre ganho médio por nível de escolaridade, em que os indivíduos com o ensino superior completo se destacam claramente. Assim, foram escolhidos dois grupos: o de maior rendimento, correspondente ao 5º quintil, com um rendimento de 37322 euros por ano; e o de menor rendimento, correspondente à média dos restantes quintis, resultando num rendimento de aproximadamente 11555 euros por ano. O grupo de maior rendimento é naturalmente quatro vezes menor que o de menor rendimento. Salientam-se também as desvantagens de usar este método: os dados estão apenas desagregados por NUTII e são referentes a 2005 e 2009 pelo que foi necessário recorrer a extrapolações para obter os dados para os restantes anos.

#### **6.1.7 Centros Urbanos**

Escolheram-se para centros urbanos as sedes de concelho da área de estudo. Por um lado, todas elas têm empregos em áreas comuns de administração e serviços públicos. Por outro, têm um quantitativo de população que permite uma presença de oferta de serviços e amenidades urbanas que servem de atração para a localização da habitação.

Além das sedes de concelho, consideraram-se também outros pontos para medir distâncias. Visto que um dos objetivos fundamentais para a consideração de sedes de concelho como centros urbanos é a sua atratividade em termos de emprego, houve a necessidade de complementar esta distribuição de pontos com outras áreas de forte empregabilidade. Assim, consideraram-se as principais áreas industriais, obtidas a partir das classes CLC já referidas para Indústria, Comércio e Transportes, como pontos de

atratividade de emprego. Os centros industriais escolhidos foram: as áreas industriais de Águeda, Albergaria, Cacia, Encarnação, Esgueira, Estarreja, Oiã, Oliveira de Azeméis e Oliveira do Bairro, e o Porto de Aveiro. O Mapa 6 mostra a localização dos centros referidos.

#### **6.1.8 Distâncias**

O modelo lida com dois tipos de distância: a distância às amenidades ambientais, que são distâncias medidas em relação a áreas (polígonos) do mapa, e a distância aos centros urbanos e áreas industriais, que são medidas em relação a pontos no mapa.

As distâncias às amenidades ambientais são calculadas como a distância mais curta entre cada célula e o ponto mais próximo do polígono da amenidade ambiental em questão. Esta distância é calculada usando a ferramenta *Cost Weighted Distance* da extensão *Spatial Analyst* do *software* ArcGIS. Recorre-se a esta ferramenta, pois, ainda que em teoria se pudesse calcular uma distância em linha reta, decidiu introduzir-se maior rigor na análise, evitando as áreas aquáticas no trajeto célula-amenidade ambiental, que não são, obviamente, e para efeitos práticos de deslocação em automóvel, atravessáveis. Deste modo, a ferramenta usada contorna estas áreas e devolve a distância mais curta possível, evitando as áreas aquáticas. No cálculo da distância às áreas aquáticas este problema não se põe e nesse caso foram calculadas as distâncias em linha reta usando a ferramenta *Straight Line Distance* da extensão *Spatial Analyst*. Os Mapas 10, 11 e 12 mostram a configuração das distâncias calculadas para as três amenidades ambientais. Na prática há apenas dois conjuntos de distâncias a amenidades ambientais já que, para além das distâncias à floresta, se considera a distância mínima ao oceano e áreas aquáticas como uma única distância.

As distâncias aos centros urbanos e áreas industriais são calculadas usando igualmente a ferramenta *Cost Weighted Distance*, mas com um nível de complexidade adicional. Neste caso, além de se evitarem as áreas aquáticas, introduziu-se a rede viária, de modo a simular a deslocação de um automóvel no espaço, usando, para o trajeto, preferencialmente as células com estradas em detrimento de células que não as possuam. Para simular a rede viária, usaram-se as estradas nacionais, itinerários principais e autoestradas digitalizadas a partir da informação oficial do IGEOE<sup>5</sup> (Mapa 6). Criou-se um *raster* auxiliar (*cost raster*) (Mapa 8) em que se definiam as preferências na escolha do trajeto: água, não utilizável; estrada, utilizável com

---

<sup>5</sup> Disponível em formato web map service em:  
[http://www.igeoe.pt/igeoearcweb/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/500k\\_Continente?](http://www.igeoe.pt/igeoearcweb/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/500k_Continente?)

determinado custo (inferior ao custo fora de estrada); fora de estrada, utilizável com um custo superior ao custo em estrada. Ou seja, o algoritmo prefere células com estrada, visto que este calcula a distância entre cada célula e determinado ponto, somando o menor custo possível – a soma do valor de todas as células percorridas - às células sem estrada, contornando as células de água – não utilizáveis.

O valor exato da razão de custos entre as células em estrada e fora de estrada, ou seja, a razão entre a velocidade dos veículos em estrada comparativamente com os veículos fora de estrada – meio citadino ou rural - é discutível, dada a diferença de velocidade dos veículos, dos limites máximos de velocidade permitidos nas diferentes tipologias de estrada e da diferente velocidade em meio urbano dependente das horas de ponta. Assim, para permitir alguma flexibilidade na análise, mediram-se as distâncias usando duas razões de custos. Para a velocidade fora de estrada usaram-se valores de velocidade em hora de ponta e fora da hora de ponta (OLIVEIRA *et al.*, 2007, pp. 14) a rondar, respectivamente, os 17km/h e os 30km/h. Para a velocidade em estrada, e recorrendo às bases de dados do Sistema Integrado e Controlo e Monitorização de Tráfego das Estradas de Portugal (2012) e analisando uma das estradas mais importantes e estruturantes da área de estudo, a Estrada Nacional 109, chegou-se a um valor de velocidade média, para os anos em que existem dados (2005 a 2008), a rondar os 90km/h (Anexo 6). Admitindo que, dependendo dos veículos e da tipologia de estrada, a velocidade poderá ser um pouco mais elevada do que na EN 109, escolheram-se as razões de custos 1/3 e 1/6.

Depois de todas as distâncias calculadas será utilizada no modelo a distância aos centros urbanos ou área industrial mais próxima (Mapa 12).

#### **6.1.9 Quantitativo Populacional**

Os quantitativos populacionais introduzidos no modelo são a soma de todos os habitantes residentes nas secções estatísticas (Anexo 7) que pertencem espacialmente, ainda que em parte (Mapa 7), à área de estudo. Usaram-se os dados dos Censos 2001 para o modelo do ano 2000 e extrapolaram-se os dados para o ano de 2006 levando em conta as taxas de crescimento de 2001 a 2011 (Anexo 8 e Anexo 9).

### **6.1.10 Custos de desenvolvimento da habitação**

Os custos de desenvolvimento da habitação dividem-se em três fatores: custo de oportunidade do solo, custo da edificação e densidade da edificação.

A noção de custo de oportunidade do solo significa o custo, ou retorno perdido, por se prescindir da utilização do solo com o segundo melhor retorno em favor da utilização com o melhor retorno. Neste caso, em que só se permite a construção em terrenos agrícolas, o custo de oportunidade será o valor do rendimento obtido se se tivesse optado por manter o uso agrícola em vez de construir habitação. É, pois, necessário determinar o valor, ou seja, o retorno, que é obtido a partir de uma utilização agrícola. O valor obtido é a média de retorno monetário das principais culturas agrícolas da região da Ria de Aveiro E calculou-se usando uma metodologia baseada no estudo do valor e dos serviços dos ecossistemas<sup>6</sup> (COSTANZA *et al.*, 1997).

Os custos da edificação de cada habitação, ou seja, a soma dos custos em material e mão-de-obra, foram obtidos a partir de um estudo semelhante (ROEBELING, 2007) e perfazem um valor que ronda os 45 mil euros.

A densidade da edificação é um fator que faz variar o custo de desenvolvimento da edificação de forma exponencial. Parte do princípio de que se torna cada vez mais dispendioso construir com uma densidade cada vez mais elevada – o que significa construir em altura –, devido ao incremento da necessidade de melhores fundações e maior rigidez e reforço da estrutura, para poder suportar o maior peso da estrutura que cresce em altura. Assim, tem uma relação direta com o custo de desenvolvimento.

## **6.2 Calibração**

A calibração de um modelo pode definir-se como:

" [...] a estimação e ajuste dos parâmetros e restrições do modelo para melhorar a concordância entre os resultados do modelo e uma sequência de dados de observação." (PONTIUS *et al.*, 2004, p. 446)

Assim, vamos comparar o mapa simulado pelo modelo (os resultados do modelo) com o mapa de referência correspondente à carta CLC 2000 (os dados de observação). Os parâmetros são então ajustados de modo a obter o máximo de concordância entre os dois mapas.

---

<sup>6</sup> Para mais pormenores sobre o cálculo do custo de oportunidade, consultar o trabalho de ROEBELING *et al.* (2014) que esteve na origem deste valor.



Para a calibração do modelo optámos pelo método criado por PONTIUS e SUDMEYER (2004). Baseia-se na contabilização das diferenças entre dois mapas em dois vectores: discordância baseada na quantidade e discordância baseada na localização.

Segundo PONTIUS e SUDMEYER (2004):

" Existe uma variedade de níveis de sofisticação através dos quais se podem comparar mapas que partilham uma variável categórica comum (Congalton, 1991; Congalton and Green, 1999). O método mais simples consiste em calcular a proporção da paisagem que se encontra classificada corretamente. Embora seja um método óbvio, não esclarece o investigador sobre as mais importantes maneiras através das quais os mapas variam e, portanto, não dá ao investigador informação necessária para melhorar o mapa de comparação. Torna-se então necessária uma técnica de análise que quantifique as fontes de semelhança e diferença para saber quais são os pontos fortes e pontos fracos do mapa de comparação. [...] Um conceito fundamental a reter é o da diferença entre similitude/diferença devidas à quantidade e devidas à localização." (p. 234)

Na Figura 4 mostram-se dois mapas contendo duas categorias: claro e escuro. No nível mais simples da análise pode calcular-se a proporção de células que estão em concordância nos dois mapas, sendo neste caso de 12/16 e a discordância de 4/16. Num nível mais sofisticado pode calcular-se a discordância em termos de duas componentes: discordância devida à quantidade e discordância devida à localização. A discordância devida à quantidade é definida como a discordância entre os dois mapas em termos da quantidade de uma categoria. Por exemplo, a proporção de células da categoria escuro no mapa de comparação é 10/16 e no mapa de referência é 12/16; assim sendo existe um desacordo de 2/16. Uma discordância de localização é definida como uma discordância em que uma troca da localização de um par de células no mapa de comparação aumenta a concordância total com o mapa de referência. A discordância de localização é, assim, determinada pela quantidade de rearranjo espacial possível no mapa de comparação de modo a maximizar a concordância com o mapa de referência. No exemplo referido seria possível mudar a célula número 9 com as células 3, 10 e 13 no mapa de comparação para aumentar a sua concordância com o mapa de referência.

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9  | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 |

**Mapa de Comparação**

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9  | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 |

**Mapa de Referência**

Figura 4 - Puzzle de demonstração para ilustrar discordância devida à localização versus discordância devida à quantidade. Cada um dos mapas mostra uma variável categórica com duas categorias: escuro e claro. Os números identificam as células individuais. (adaptado de PONTIUS e SUDMEYER, 2004)

Qualquer uma destas modificações é a única que pode melhorar a concordância dada a quantidade do mapa de comparação. Assim, a discordância de localização é 2/16.

A partir do conceito do nível de informação relativamente à quantidade e localização, os autores derivam quinze equações<sup>7</sup> que por sua vez dão origem a cinco expressões principais que, combinadas, dão origem às componentes de comparação entre dois mapas.

São cinco as componentes de comparação entre dois mapas: concordância devida ao acaso; concordância devida à quantidade; concordância devida à localização; discordância devida à localização; discordância devida à quantidade. As componentes de concordância somadas dão o valor do acordo total, e a soma das componentes de discordância dão o valor do desacordo total. Os valores, quer das componentes quer dos valores totais, variam entre zero e um, onde zero significa discordância ou concordância inexistente, e um, discordância ou concordância total. As componentes mais importantes na análise são as de discordância que quantificam as fontes de erro baseadas na quantidade e na localização e a soma das duas que dá o desacordo total.

Para obter as componentes de comparação utilizou-se o módulo "*Validate*" do *software* Idrisi 17.0, que faz a comparação entre dois mapas usando as equações referidas.

Na comparação usou-se uma máscara de modo a comparar apenas as áreas agrícolas onde se podia construir e urbanas da carta CLC 2000. De outro modo os resultados seriam falsamente beneficiados, apresentando valores enviesados pelo facto de as áreas

<sup>7</sup> Para mais informação sobre a derivação matemática das equações consultar PONTIUS e SUDMEYER (2004)

de água, indústria e floresta (que se mantêm inalteradas por definição) no mapa de referência e no mapa simulado serem as mesmas.

Foram escolhidos quatro parâmetros para a calibração: Base V (utilidade base da família), alfa1 e alfa2 (percentagem de gastos das famílias em habitação), Beta (razão entre o valor de construção da habitação e de não-habitação e x(i) (distância ao centro urbano ou área industrial mais próxima). Os primeiros três parâmetros foram escolhidos por serem os mais sensíveis no modelo, tal como já tinha sido observado em estudos anteriores (ROEBELING, 2014). A escolha do quarto parâmetro deve-se ao facto de haver alguma incerteza quanto à razão entre as velocidades em estrada e fora de estrada, como foi explicado no subcapítulo 6.1.8. Os valores escolhidos para fazer variar os parâmetros apresentam-se no Quadro 6 (o valor apresentado na tabela para x(i) refere-se à razão das velocidades em estrada e fora de estrada usadas para calcular as distâncias em cada célula). Os valores de x(i) foram obtidos a partir de estatísticas oficiais como descrito anteriormente. Para alfa1 e alfa2 o valor intermédio é proveniente das estatísticas e a quantidade de variação acima e abaixo do valor central é resultado de testes efetuados em fase de pré-calibração que indicaram, através da mancha urbana obtida, os limites máximos e mínimos de variação para uma aproximação razoável à área urbana. Os testes mantinham os valores de todos os outros parâmetros iguais fazendo-se variar alfa1 e alfa2 em várias quantidades e observando em seguida os resultados da mancha urbana obtida. Os valores intermédios de Base V e Beta são retirados de um estudo semelhante para a cidade de Aveiro (ROEBELING, 2014). Para obter a quantidade de variação procedeu-se tal como se fez para alfa1 e alfa2.

Quadro 6 - Valores de variação dos parâmetros escolhidos para a calibração

| x(i) | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 |
|------|--------|-------|---------------|
| 1/3  | 2425   | 1,380 | 0,294 e 0,276 |
| 1/6  | 2450   | 1,385 | 0,296 e 0,278 |
| -    | 2475   | 1,390 | 0,298 e 0,280 |

As combinações possíveis entre os vários valores são cinquenta e quatro. Correram-se todas as combinações.

Numa primeira análise visual tornou-se óbvio que a área junto de Vagos apresentava um resultado muito desfasado relativamente ao mapa CLC 2000, independentemente da combinação de valores utilizada. Como se pode ver no Mapa 17, a área urbana simulada

junto do centro urbano de Vagos é desproporcionalmente maior do que a área urbana de referência, tal não acontecendo junto dos restantes centros urbanos e Áreas Industriais.

Assim, ensaiou-se uma corrida retirando o centro urbano de Vagos. Como se pode ver no Mapa 18, a área urbana aproximou-se muito mais da realidade.

Correram-se novamente as cinquenta e quatro combinações de parâmetros, mas desta vez sem o centro urbano de Vagos e compararam-se com o mapa de referência usando o módulo "*Validate*" do Idrisi.

Os resultados da comparação com o mapa de referência apresentam-se na tabela do Anexo 13. Na tabela as corridas estão numeradas, apresentam-se os valores dos parâmetros usados, as várias componentes de acordo e desacordo e finalmente a diferença entre a quantidade de células urbanas simuladas e de referência. Apresentam-se também as médias dos resultados.

Quatro corridas ("36", "48", "52" e "54") não apresentam resultados de comparação pois o modelo não chegou a uma solução de otimização praticável, tendo o tecido urbano simulado ultrapassado a área disponível no mapa base para área urbana. As quatro corridas têm em comum o facto de incluírem valores elevados de parâmetros (no caso da corrida 54, os mais elevados).

Comparando a corrida com os valores de parâmetros mais baixos (corrida "14") é possível ver que esta apresenta o valor mais alto de acordo total (0,734) bem acima da média de todas as corridas (0,623). Para analisar se a tendência das corridas com os valores mais baixos de parâmetros apresentam melhores resultados é verdadeira, foi necessário ordenar as corridas por ordem de grandeza dos parâmetros.

Embora não seja possível ordenar as corridas pelos valores dos parâmetros (dos mais baixos para os mais elevados, por exemplo), dado que ordenando um parâmetro por ordem crescente os restantes parâmetros vão variar para cima e para baixo para completarem as combinações, podemos no entanto fazer uma aproximação. Para isso atribuíram-se valores de normalização aos parâmetros (Anexo 15), somaram-se os valores correspondentes a cada corrida e ordenaram-se as corridas por ordem crescente da soma referida (Anexo 14). Dividindo a tabela (

Quadro 7) em duas metades (superior e inferior) analisando as médias dos valores de componentes de acordo e desacordo e da diferença do número de células urbanas torna-se claro que, no geral, as corridas com os valores de parâmetros mais baixos têm um melhor comportamento. Em relação ao acordo total apresentam um valor de 0,684 contra apenas 0,563 das corridas com valores de parâmetros mais elevados. No que toca

ao número de células urbanas simulam 563 em excesso contra 2111 também em excesso, estando este resultado refletido no desacordo devido à quantidade: 0,087 contra 0,316. Em relação ao desacordo devido à localização a segunda metade da tabela apresenta um resultado melhor: 0,122 contra 0,228. A mesma tendência é confirmada ao analisar a tabela dividida em cinco partes (Quadro 7): à medida que os valores dos parâmetros aumentam, o acordo total diminui, a diferença de células aumenta e o desacordo devido à localização diminui.

Quadro 7 - Componentes de acordo desacordo da primeira série de corridas dividida em partes

| Parcela da tabela         | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|                           | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| primeira metade da tabela | 0,50                            | 0,077 | 0,108 | 0,228 | 0,087 | 0,316           | 0,684        | 563                       |
| segunda metade da tabela  | 0,46                            | 0,008 | 0,098 | 0,122 | 0,316 | 0,437           | 0,563        | 2111                      |
| primeiro quinto da tabela | 0,50                            | 0,103 | 0,105 | 0,254 | 0,038 | 0,293           | 0,707        | 203                       |
| segundo quinto da tabela  | 0,50                            | 0,071 | 0,108 | 0,226 | 0,095 | 0,321           | 0,679        | 637                       |
| terceiro quinto da tabela | 0,50                            | 0,031 | 0,110 | 0,180 | 0,179 | 0,359           | 0,641        | 1198                      |
| quarto quinto da tabela   | 0,48                            | 0,008 | 0,107 | 0,137 | 0,269 | 0,406           | 0,594        | 1802                      |
| último quinto da tabela   | 0,41                            | 0,000 | 0,085 | 0,079 | 0,426 | 0,504           | 0,496        | 2846                      |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

Uma análise ao comportamento das corridas ordenadas pelo número de diferença de células urbanas revela que os parâmetros escolhidos para a calibração fazem pender as corridas para uma tendência de excesso de células urbanas simuladas (Anexo 17 e Anexo 22).

Como se pode ver no gráfico do Anexo 22, a maior parte das corridas apresenta grande desacordo de quantidade por excesso: apenas as corridas "14" e "13" simularam menos células do que as presentes no mapa de referência, todas as outras (à direita da corrida "13") simularam células urbanas em excesso. É uma indicação clara de que os valores dos parâmetros escolhidos foram demasiado elevados. Por outro lado o desacordo de localização mostra uma tendência inversa, aumentando à medida que o número de células urbanas em excesso aumenta. Isto deve-se ao facto de que à medida que o número de células urbanas vai ocupando cada vez mais espaço vai deixando menos opções para haver troca de localização de células. No limite podemos imaginar uma corrida que simule todas as células como urbanas, maximizando o desacordo de quantidade e não deixando nenhuma opção de troca de localização de células (pois não restou nenhuma célula agrícola) e portanto reduzindo o desacordo de localização a zero.

No outro extremo teríamos uma corrida com todas as células simuladas como agrícolas voltando a reduzir o desacordo de localização a zero.

De modo a melhorar as componentes de comparação, procedeu-se a uma segunda série de corridas usando valores de parâmetros próximos dos das corridas mais bem classificadas. Mantiveram-se os valores de  $x(i)$ . Os valores de Base V, Beta e alfa1 e alfa2 assumiram valores abaixo e acima do menor valor da primeira série de corridas, como descrito no Quadro 8.

Quadro 8 - Valores de variação dos parâmetros escolhidos para segunda série de corridas

| $x(i)$ | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 |
|--------|--------|-------|---------------|
| 1/3    | 2420   | 1,379 | 0,293 e 0,275 |
| 1/6    | 2430   | 1,381 | 0,295 e 0,277 |

Os resultados da segunda série de corridas, apresentados no Quadro 9, são francamente melhores relativamente aos resultados da primeira série no que toca ao acordo total (0,726 contra 0,623), desacordo de quantidade (0,035 a 0,202) e piores no desacordo de localização (0,240 contra 0,175).

Quadro 9 - Componentes de acordo desacordo da primeira e segunda séries de corridas

| Parcela da tabela          | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|----------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|                            | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| primeira série de corridas | 0,48                            | 0,137 | 0,103 | 0,175 | 0,202 | 0,377           | 0,623        | 1337                      |
| segunda série de corridas  | 0,50                            | 0,121 | 0,105 | 0,240 | 0,035 | 0,274           | 0,726        | -47                       |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

Ordenando todas as corridas das duas séries por diferença de células urbanas, temos desta vez duas partes do gráfico claramente distintas (Anexo 23) : a maior parte das corridas, à direita, simulam células em excesso em número crescente à medida que o desacordo por localização diminui; à esquerda, as corridas simulam células urbanas por defeito à medida que o desacordo por localização volta a diminuir. Entre as duas partes, uma área central do gráfico com desacordo de quantidade muito baixo e desacordo de localização alto. No geral, quanto menor é o número de células urbanas maior é o acordo total (soma das componentes de acordo devido ao acaso, quantidade e localização). Para completar e confirmar estas três tendências, à esquerda e direita do

gráfico, compararam-se com o mapa de referência duas corridas hipotéticas em que só existem células urbanas (tudo 6) ou agrícolas (tudo 3), e também duas corridas com valores de parâmetros abaixo dos valores mais baixos utilizados, de modo a balizar os resultados.

É um resultado aparentemente erróneo que a corrida sem nenhuma célula urbana tenha um acordo total tão elevado (0,742), no entanto isto deve-se ao facto de no mapa de referência o número de células agrícolas ser muito mais elevado que o número de células urbanas e, portanto, uma corrida que simule todas as células como agrícolas tem garantida uma percentagem de acordo igual à percentagem de células agrícolas no mapa de referência. O desacordo de quantidade é igual à percentagem de células urbanas (0,258), e não existe desacordo de localização, pois não existe possibilidade de troca de células. O mesmo se passa na corrida com nenhuma célula agrícola: acordo total (0,258) igual à percentagem de células urbanas, desacordo de quantidade igual à percentagem de células agrícolas (0,742) e zero desacordo de localização. Os extremos do gráfico demonstram a mesma tendência, enquanto as corridas com menor desacordo de quantidade apresentam os maiores valores de desacordo de localização.

Conclui-se, portanto, que à medida que o modelo simula um número de células urbanas mais próximo do número de células urbanas de referência, o desacordo por localização aumenta. No

Quadro 10 estão os valores de acordo e desacordo de três corridas escolhidas como representantes dos dois extremos do gráfico (corridas "sub\_1B\_2" e "50") e da área com menor diferença de células urbanas (corrida "13"). As corridas "sub\_1B\_2" e "50" têm valores semelhantes de desacordo de localização (~0,160) e muito mais baixos do que o desacordo de localização da corrida "13" (0,281), à custa de uma grande diferença no número de células urbanas simuladas (-758 e 1222), contra apenas -5 da corrida "13".

O acordo total, mais uma vez, aumenta à medida que o número de células simuladas urbanas diminui. Comparando visualmente as três corridas e o mapa de referência, compreende-se melhor esta tendência (Mapa 21). O modelo, ao aproximar-se do número correto de células urbanas (corrida "13"), nem por isso consegue alterar o padrão geral das áreas urbanas simulado nas duas outras corridas. As corridas apresentam uma distribuição das áreas urbanas que se expande, à medida que o acordo

Quadro 10 - Componentes de acordo desacordo

| Corrida  | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|          | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| sub_1B_2 | 0,50                            | 0,162 | 0,092 | 0,153 | 0,093 | 0,246           | 0,754        | -758                      |
| 13       | 0,50                            | 0,118 | 0,100 | 0,281 | 0,001 | 0,282           | 0,718        | -5                        |
| 50       | 0,50                            | 0,029 | 0,121 | 0,168 | 0,183 | 0,351           | 0,650        | 1222                      |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

total diminui, em volta dos mesmos focos de implantação urbana. Por outro lado a distribuição das áreas urbanas no mapa de referência apresenta uma miríade de pequenos agrupamentos de células que nenhuma das corridas consegue replicar de forma satisfatória. A corrida "50" replica melhor áreas urbanas em torno dos eixos viários mas à custa de incluir muitas áreas que são, na realidade, agrícolas, baixando o seu acordo total para 0,65. A corrida "sub\_1\_B\_2", pelo contrário, simula como agrícolas muitas células que são na realidade urbanas (aumentando o acordo total para 0,754) mas por isso mesmo falha em mostrar um padrão que inclua os eixos principais de implantação urbana. A corrida "13" apresenta uma distribuição urbana intermédia relativamente às outras duas corridas: o desacordo de quantidade é praticamente nulo, contudo o desacordo por localização é alto pois por um lado simula em volta dos focos de implantação urbana células urbanas que são na realidade agrícolas e por outro simula como agrícolas áreas urbanas separadas desses mesmos focos. Conclui-se, portanto, que um padrão de áreas urbanas que siga mais de perto as grandes linhas de ocupação do mapa de referência é obtido à custa de simular células agrícolas como urbanas, e que nenhuma combinação dos parâmetros escolhidos para calibrar permite chegar à distribuição muito dispersa de pequenos grupos de células urbanas do mapa de referência. Podemos, pois, concluir que, usando os parâmetros escolhidos na calibração e com as corridas efetuadas, se chegou a um limite a partir do qual o modelo não consegue melhorar substancialmente o seu desempenho. Trata-se, agora, de escolher a melhor corrida.

Ficou demonstrado que para efetuar esta escolha está inerente um compromisso entre o desacordo de localização, de quantidade e o acordo total. Se o critério de escolha recair na corrida com maior acordo total, podemos contar com um grande desacordo de



quantidade e uma estrutura urbana muito dispar da de referência. Se o critério de escolha for o menor desacordo de localização, teremos uma aproximação aos padrões de distribuição urbana de referência mas com um enorme desacordo de quantidade e um baixíssimo acordo total (no caso de excesso de células urbanas) ou uma distribuição urbana muito diferente da realidade e um desacordo de quantidade e acordo total altos (no caso de excesso de células agrícolas). Se o critério for o menor desacordo de quantidade teremos um nível elevado de acordo total e os valores mais altos de desacordo de localização, ficando a estrutura urbana a meio caminho entre as corridas com excesso de células urbanas ou com excesso de células agrícolas.

Na escolha da melhor corrida começou por fazer-se uma seleção de algumas corridas seguindo dois princípios: primeiro, um valor baixo de desacordo de quantidade e, segundo, um valor alto de acordo total. Escolheram-se doze corridas, de modo a incluir corridas à esquerda e à direita da corrida com menor desacordo de quantidade, mas controlando o valor do desacordo de quantidade permitido: estabeleceu-se como limite duzentas células urbanas de diferença, já que imediatamente à esquerda e à direita das corridas dentro desse intervalo o valor de desacordo de quantidade praticamente duplica (Anexo 23). As corridas pertencem ao intervalo das corridas "9\_B" e "10\_B" (inclusive) no gráfico do Anexo 23. Neste grupo, quatro corridas pertencem à primeira série de

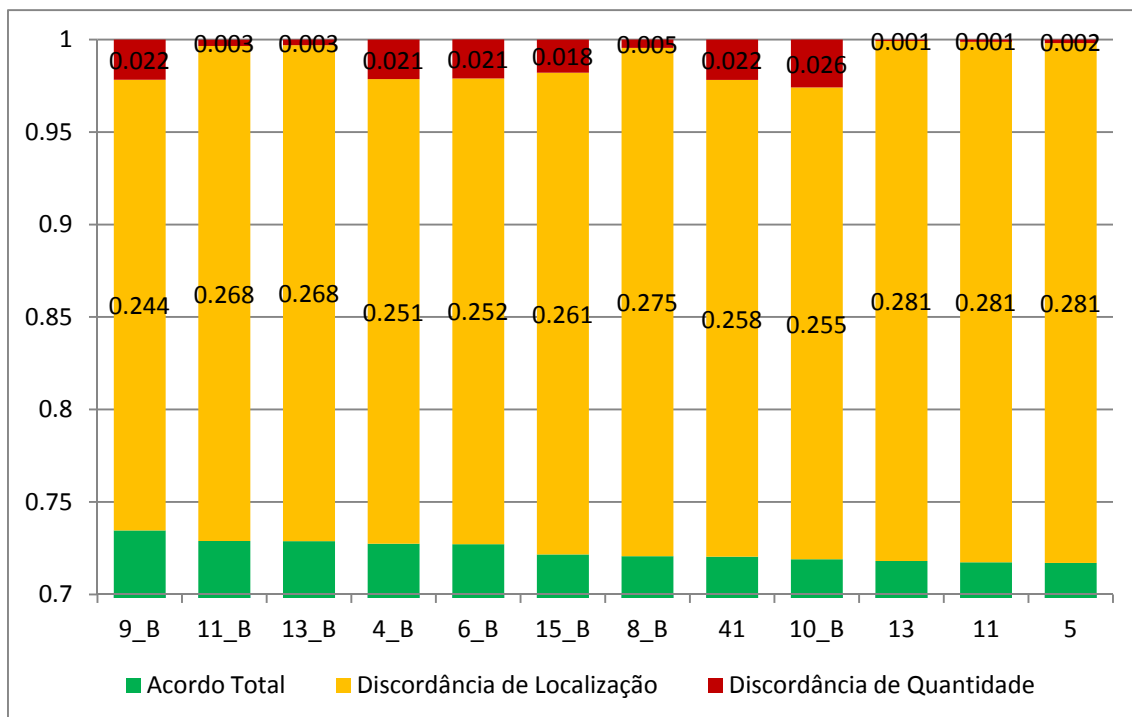


Figura 5 - Componentes de acordo desacordo das corridas selecionadas

corridas e as restantes, oito, à segunda série.

Na Figura 5 apresentam-se as doze corridas ordenadas por ordem decrescente de acordo total. Podem agrupar-se as corridas em dois grupos relativamente à ordem de grandeza do desacordo de quantidade: "9\_B", "4\_B", "6\_B", "15\_B", "41" e "10\_B" rondam os 0,02 enquanto as restantes são praticamente zero. Assim, entre as corridas do primeiro grupo, a corrida "9\_B" tem os melhores valores de acordo total e desacordo de localização com um valor médio de desacordo de quantidade. No segundo grupo as corridas "11\_B" e "13\_B" têm os melhores valores de desacordo de localização e de acordo total.

A escolha fica assim reduzida às corridas "9\_B", "11\_B" e "13\_B" (as duas últimas praticamente iguais).

Põe-se de novo a questão do compromisso entre componentes de acordo e desacordo. Visualmente as corridas apresentam poucas diferenças, apresentando basicamente a mesma estrutura urbana. Neste caso, em que a escolha da corrida com o melhor acordo total não prejudica de forma sensível a estrutura urbana, optou-se pela corrida "9\_B" (Mapa 19).

### 6.3 Validação

Segundo PONTIUS *et al.* (2004) a validação de um modelo é:

"a demonstração que um modelo, dentro do seu domínio de aplicação, possui uma gama de precisão satisfatória consistente com a aplicação pretendida do modelo (Rykiel, 1996)." (p. 446-447)

É muito importante distinguir entre validação e calibração pois devem ser usados conjuntos de dados diferentes para calibrar e validar o modelo. Existem várias maneiras de separar os dados de validação e calibração: temporalmente, quando os dados são de tempos diferentes e usados para uma mesma área ou espacialmente, quando o modelo calibrado é validado numa área diferente (PONTIUS, 2004). No caso deste estudo usa-se uma separação temporal (anos de 2000 e 2006).

PONTIUS *et al.* (2004) recomendam que durante a validação, além de quantificar as componentes de acordo e desacordo na comparação do mapa simulado com o mapa de referência, se compare o mapa simulado com um modelo nulo e com um modelo

aleatório e se execute a análise a várias escalas (ou resoluções espaciais). Um modelo nulo ou persistente é um modelo de persistência, ou seja, que não se altera entre o tempo  $t_1$  (no caso o ano 2000) e o tempo  $t_2$  (ano 2006). Um modelo aleatório, tal como o nome indica, distribui aleatoriamente as células urbanas e agrícolas no mapa. Contudo não existe um critério universalmente aceite para avaliar o nível de ajuste de uma validação (RYKIEL, 1996 Apud PONTIUS *et al.*, 2004), devendo ser adaptado ao objetivo do modelo, logo, usam-se os mesmos critérios de comparação que foram racionalizados e utilizados na fase de calibração.

Para validar o modelo escolheu-se o ano de 2006 de modo a poder usar um mapa de referência equivalente ao do mapa de referência da fase de calibração (Carta CORINE Land Cover 2006).

O conjunto de dados novos inclui os parâmetros de população, tamanho médio da família, rendimento das famílias e utilidade das famílias (Anexo 21), tendo-se atualizado também o mapa base a partir da carta CLC 2006, mantendo as áreas protegidas onde não se permite a construção. Actualizaram-se também as distâncias à amenidade ambiental Floresta (a única que sofreu modificações). Esta actualização do mapa base foi necessária pois houve mudanças na área florestal feitas à custa de área agrícola e vice-versa, logo com implicações na área disponível para construção, que o modelo não está preparado para simular. Foi também adaptada uma nova máscara, para efeitos de comparação, obedecendo às referidas mudanças de uso do solo.

Os valores de população, tamanho médio da família e rendimentos das famílias obtiveram-se através de estatísticas e/ou extrapolações de dados estatísticos (Anexo 8 e Anexo 9). O valor de utilidade das famílias sofreu um incremento proporcionalmente igual ao incremento nos rendimentos das famílias (Anexo 21).

Os resultados da validação apresentam-se na Figura 6 e no Quadro 11.

Os melhores resultados são os do modelo persistente e os piores os do modelo aleatório. O modelo calibrado apresenta um valor de acordo total de 0,724, contra 0,995 do modelo persistente e 0,503 do modelo aleatório. Os resultados do modelo calibrado são relativamente bons, se comparados com os do modelo calibrado para o ano 2000: o acordo total baixa ligeiramente, o desacordo de quantidade melhora ligeiramente e o des acordo de localização piora ligeiramente.

O modelo demonstra, assim, alguma robustez como modelo de previsão, apresentando resultados muito melhores do que o modelo aleatório, com exceção do desacordo de localização, que é igual.

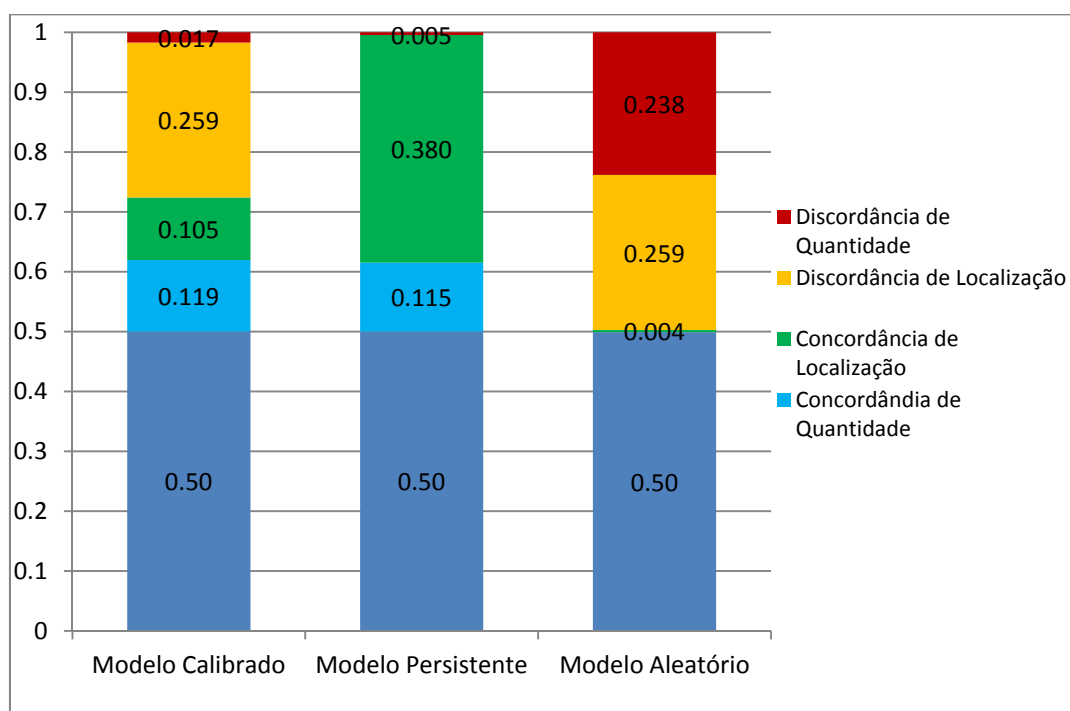


Figura 6 - Componentes de acordo desacordo do modelo calibrado, persistente e aleatório

Os excelentes valores do modelo persistente demonstram que não houve uma mudança substancial entre 2000 e 2006.

Quadro 11 - Componentes de acordo desacordo do modelo calibrado, persistente e aleatório

| Corrida            | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|                    | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| Modelo Calibrado   | 0,50                            | 0,119 | 0,105 | 0,259 | 0,017 | 0,276           | 0,724        | -118                      |
| Modelo Persistente | 0,50                            | 0,115 | 0,380 | 0,000 | 0,005 | 0,005           | 0,995        | -70                       |
| Modelo Aleatório   | 0,50                            | 0,000 | 0,004 | 0,259 | 0,238 | 0,497           | 0,503        | 1565                      |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

### 6.3.1 Análise a várias resoluções espaciais

Uma das desvantagens deste método de comparação de mapas, ou seja, uma análise célula por célula, é que uma célula agrícola simulada como urbana é sempre contabilizada como um erro, mesmo que uma das células vizinhas seja urbana. Por outras palavras, o método de comparação utilizado é pouco eficaz na avaliação de padrões gerais, não considerando a proximidade espacial na percentagem de acordo (PONTIUS *et al.*, 2007). Como exemplo, podemos imaginar um tabuleiro de xadrez

como mapa de referência, e como mapa de comparação o mesmo tabuleiro de xadrez, mas deslocado lateralmente por uma coluna ou verticalmente por uma linha de células. Na análise célula por célula, o erro de localização seria total e o acordo zero, embora os padrões fossem exatamente iguais. Uma maneira de solucionar este problema é através da análise a múltiplas resoluções. No caso do exemplo referido, bastaria uma análise com uma resolução de duas por duas células para o acordo ser perfeito e eliminar totalmente o erro de localização. Nesta "nova" célula, contendo quatro das antigas células, existe o mesmo número de células pretas e brancas quer no tabuleiro original quer no tabuleiro deslocado e a sua localização passa a ser uma única célula partilhada por quatro células num e noutro tabuleiro, tornando-se, assim, coincidente nos dois tabuleiros<sup>8</sup>. O erro de quantidade não varia com a variação de resolução: no exemplo dado é zero em ambas as resoluções, pois a resolução está apenas relacionada com a localização das células e não com a sua quantidade.

Assim, este método de comparação de mapas usa-se para:

"examinar a que distâncias ocorrem os erros de localização e testar a sensibilidade da análise à variação da resolução das células" (PONTIUS *et al.*, 2007, p. 680)

a partir do qual se pode concluir que:

"Quando o mapa de simulação tem erros menores de localização a distâncias curtas, o mapa de referência e o simulado são visualmente semelhantes e o acordo entre os dois sobe rapidamente à medida que a resolução sobe ligeiramente. Quando o mapa de simulação tem grandes erros de localização a grandes distâncias, os dois mapas são visualmente pouco parecidos e o acordo entre os dois só aumenta com um grande aumento de resolução." (PONTIUS *et al.*, 2007, p. 689)

Para a análise das múltiplas resoluções do modelo validado optou-se por sete resoluções em progressão geométrica de dois. A resolução mais grosseira é de 64 por 64 células (16 quilómetros de lado e um conjunto de 4096 células da resolução mais fina). Esta resolução divide a área de estudo em sensivelmente seis grandes células e reduz a zero todos os erros de localização que se encontrem a menos de 16 quilómetros de distância.

---

<sup>8</sup> Para mais informações sobre as equações em que se baseia a análise a múltiplas resoluções e o método de agregar células consultar PONTIUS *et al.* (2007)

Tendo a área de estudo sensivelmente 26 por 45 quilómetros, parece-nos uma gama de resoluções, ainda que possivelmente exagerada, suficientemente ampla para proceder à análise.

Na Figura 7 apresentam-se os resultados. O aumento ligeiro da resolução (até 1000m) não faz aumentar muito o acordo total, chegando apenas aos 0,75. O acordo só atinge um valor realmente elevado, próximo dos 0,90, a partir da resolução de 8 quilómetros, o que faz apontar para um padrão entre o mapa simulado e o de referência muito diferenciado a curtas distâncias e menos diferenciado a grandes distâncias.

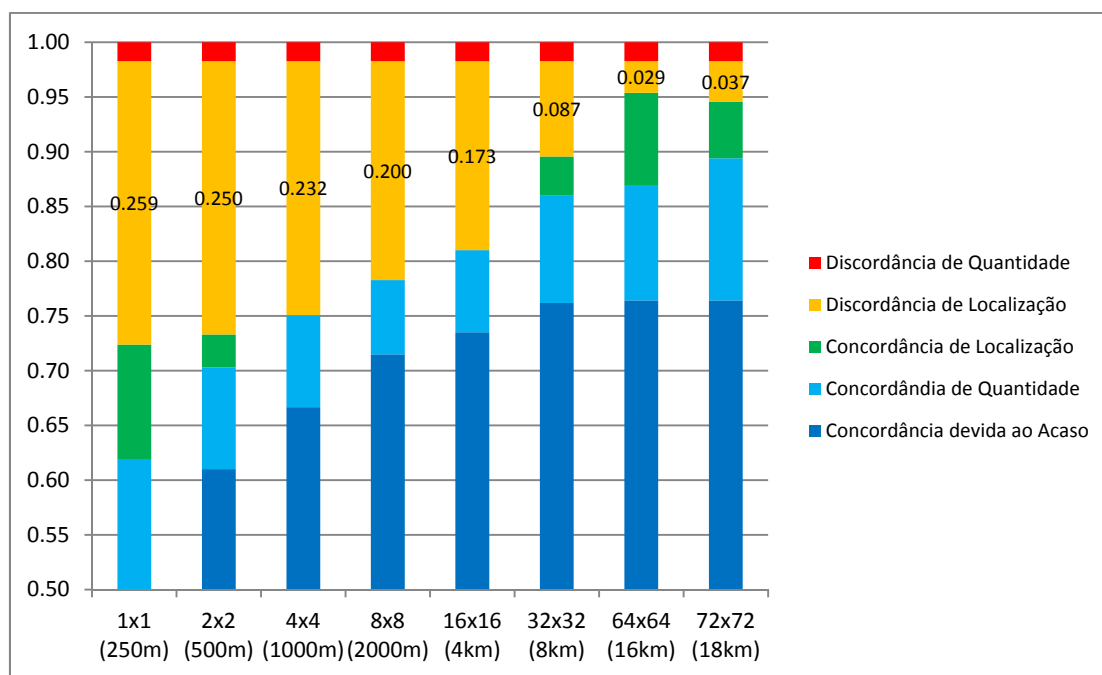


Figura 7 - Componentes de acordo e desacordo a várias resoluções espaciais

Na Figura 8 analisa-se a eficiência de correção do desacordo de localização por resolução. Os valores representam a percentagem do erro de localização total (na resolução mais fina) corrigida. Os valores sobem a um ritmo baixo e constante até à resolução de 4 km e a partir daí dá-se um salto, com a resolução seguinte a corrigir o dobro do erro de localização (66%) da resolução anterior. Para obter uma correção próxima dos 90% é necessária a resolução de 16 km.

Contudo, praticamente um quarto do erro é eliminado na resolução de 2000 m, o que significa que um quarto da discordância de localização se resolve a uma distância igual ou inferior a 2000 m. Abrindo um pouco mais a resolução, até aos 4 km, o erro total é reduzido em um terço. Observando a Figura 9 temos uma ideia visual destes resultados.

A quadrícula 4 km x 4 km junto dos principais centros urbanos consegue compensar algumas áreas urbanas simuladas como agrícolas com as áreas agrícolas simuladas como urbanas e assim eliminar, com eficácia, grande parte do erro de localização.

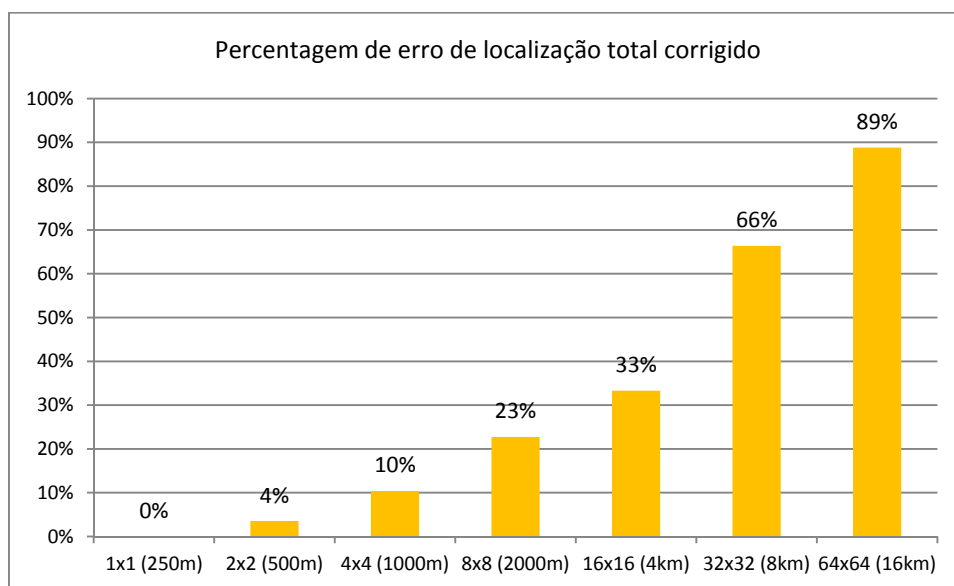


Figura 8 - Percentagem de erro de localização total corrigido a várias resoluções espaciais do modelo validado

Contudo, para lá de uma certa distância aos centros urbanos, as quadrículas de 4 km x 4 km têm apenas células urbanas simuladas como agrícolas e nenhuma célula agrícola simulada como urbana para compensar o erro de localização (e de quantidade, neste caso), o que faz baixar a média de correção. A correção de erro só se torna elevada a partir das resoluções mais grosseiras. A resolução de 8 km agrupa os centros urbanos (onde é simulado em todos um excesso de área urbana) com as áreas urbanas vizinhas que foram simuladas como agrícolas em áreas dispersas, conseguindo, assim, eliminar dois terços do erro de localização. Analogamente esta compensação só funciona até uma distância de 8 km dos centros urbanos para lá da qual existem apenas células agrícolas mal simuladas. Na resolução mais grosseira aplica-se o mesmo raciocínio e é eliminado 90% do erro de localização. A redução do erro utilizando as duas resoluções mais grosseiras não significa que os padrões do mapa simulado e de referência sejam parecidos, antes pelo contrário, pois para a área de estudo - onde os núcleos urbanos rondam os 4 km de raio e entre eles a distância máxima é de apenas 10 km - distâncias de 8 e 16 km são muito elevadas para revelar semelhanças de padrões com uma grelha tão fina como a que foi utilizada - 250m.

A diferença de padrão entre o mapa de referência e o mapa simulado deve-se, em parte, à opção que foi tomada, na fase de calibração, na escolha da melhor corrida, em que se prescindiu de um erro de localização baixo em favor de um erro de quantidade baixo.

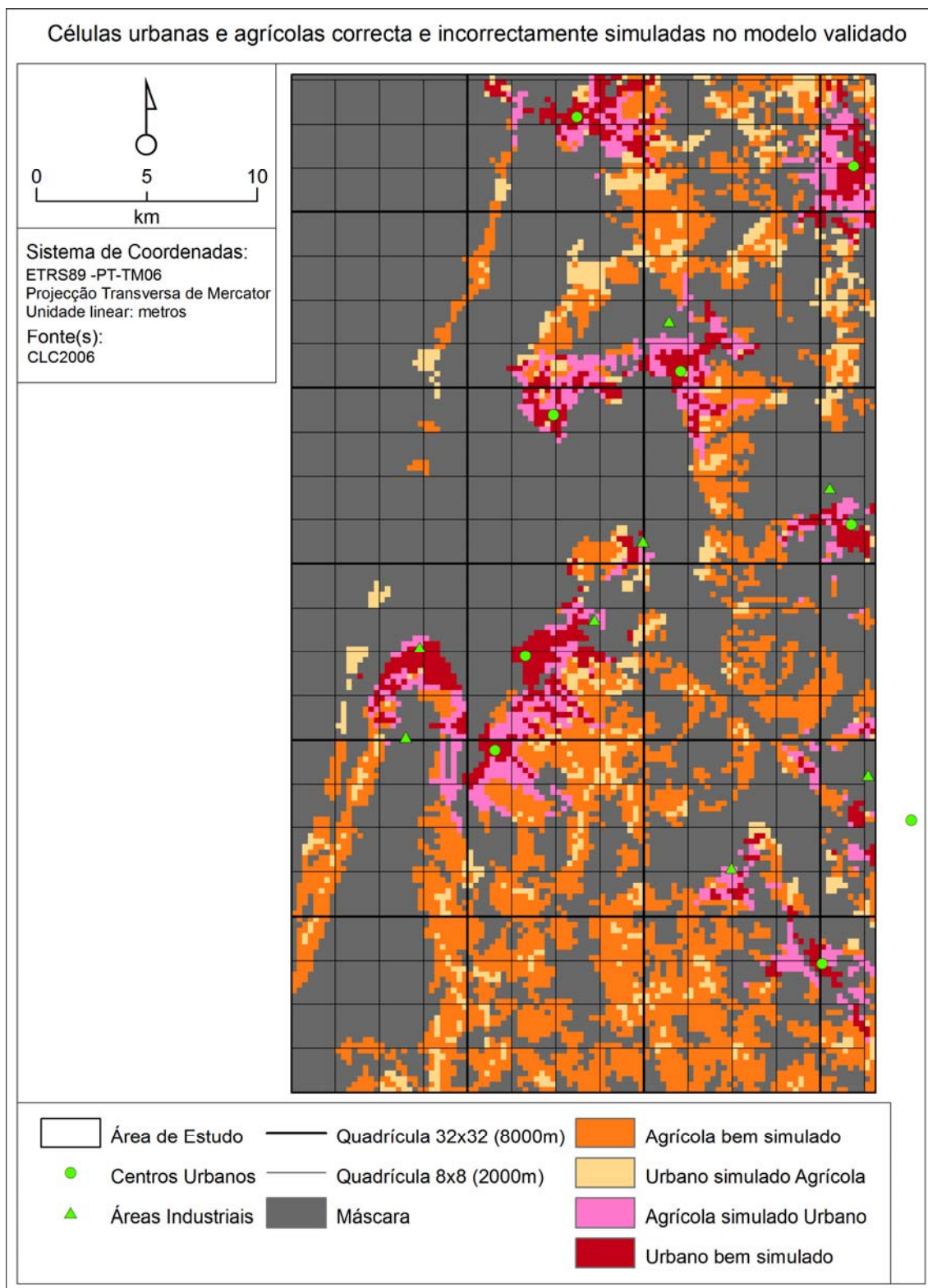


Figura 9 - Células urbanas e agrícolas correta e incorretamente simuladas no modelo validado



Comparando as percentagens de erro de localização total corrigido do modelo validado e de uma corrida com um grande erro de quantidade, logo, menor erro de localização, confirma-se que a semelhança de padrão se ressentir do menor erro de quantidade.

A corrida "39", por exemplo, que tem um erro de quantidade muito superior (0,281 contra 0,017 do modelo validado) aumentando e espalhando a área urbana para áreas maiores e mais afastadas dos centros urbanos, comporta-se muito a corrigir o erro de localização a resoluções finas e também melhor a resoluções grosseiras (ainda que com menor diferença) (Figura 10).

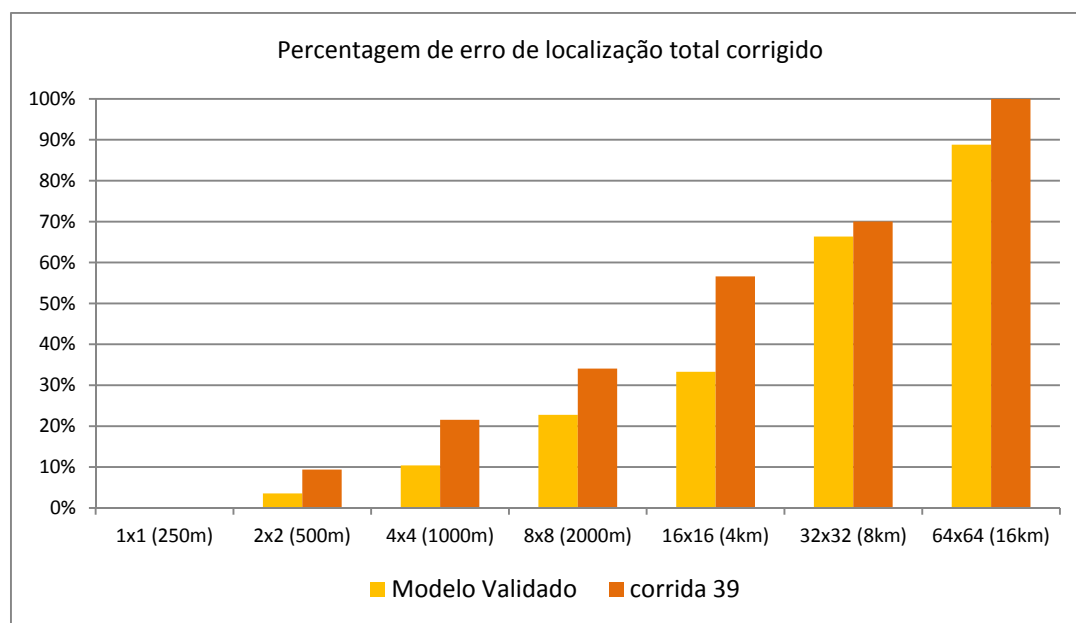


Figura 10 - Percentagem de erro de localização total corrigido a várias resoluções espaciais no modelo validado e na corrida 39

Indicação clara de que o padrão é mais semelhante com o mapa de referência do que o do modelo validado, isto, claro, à custa do já referido maior erro de quantidade.

### 6.3.2 Uso do solo

Na Figura 11 estão representadas as áreas corretamente e incorretamente simuladas pelo modelo. A cor-de-rosa estão áreas que o modelo simulou corretamente como urbanas. As áreas a bordô representam células que o modelo simulou como sendo urbanas e que no mapa de referência são agrícolas. A amarelo, células que o modelo simulou como agrícolas e que são urbanas no mapa de referência. A castanho, áreas agrícolas que o modelo simulou corretamente.

No Quadro 12 estão descritos os valores da tabulação cruzada das células urbanas e agrícolas do mapa simulado e do mapa de referência. O modelo simulou um total de 1668 células urbanas (24,71% do total das células em estudo) contra 1784 células do mapa de referência (26,43%), e 5083 células agrícolas (75,29% do total) contra 4967 do mapa de referência (73,57% do total). Das células simuladas como urbanas, 794 (11,76% do total das células em estudo) foram corretamente simuladas e 874 (12,95%) são agrícolas no mapa de referência. Quanto às células agrícolas 4093 (60,63% do total) foram corretamente simuladas e as restantes 990 (14,66% do total) incorretamente simuladas. O total de células urbanas e agrícolas bem simuladas é de 4887, 72,39% do total das células em análise (6751).

Quadro 12 - Tabulação cruzada das células urbanas e agrícolas do mapa simulado e do mapa de referência (CLC 2006)

|          |             | Simulação |           |             |           |         |           |
|----------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------|-----------|
|          |             | Urbano    |           | Agricultura |           | Total   |           |
|          |             | células   | proporção | células     | proporção | células | proporção |
| CLC 2006 | Urbano      | 794       | 0,1176    | 990         | 0,1466    | 1784    | 0,2643    |
|          | Agricultura | 874       | 0,1295    | 4093        | 0,6063    | 4967    | 0,7357    |
| Total    |             | 1668      | 0,2471    | 5083        | 0,7529    | 6751    | 1,0       |

### 6.3.2.1 Áreas Corretamente Simuladas

De um modo geral, o modelo simulou bem as áreas urbanas junto dos centros urbanos e áreas industriais, embora com algum exagero, principalmente à volta de Ílhavo, Estarreja e um pouco em Oliveira de Azeméis. Em volta de Vagos não foi simulada nenhuma área urbana, pois o centro urbano foi retirado do cálculo das distâncias como foi descrito no subcapítulo 6.1 A alternativa era ter uma área urbana muito exagerada em relação ao mapa de referência.

As áreas urbanas corretamente simuladas encontram-se, de um modo geral, junto dos centros urbanos e áreas industriais. Uma inspeção visual mostra que os melhores exemplos são as áreas junto do Porto de Aveiro, dos centros urbanos de Aveiro, Albergaria, Murtosa e Ovar, e da área industrial de Esgueira. Junto do Porto de Aveiro as manchas urbanas de referência e simulada são praticamente coincidentes, o mesmo acontecendo junto do centro urbano de Aveiro e da área industrial de Esgueira. Em volta dos centros urbanos de Albergaria e Ovar a coincidência não é tão perfeita mas ainda assim é elevada. A exceção a este padrão de áreas urbanas corretamente simuladas

unicamente junto de centros urbanos ou áreas industriais é a área do Furadouro. Menos bem estão os centros urbanos de Oliveira de Azeméis, Estarreja, Ílhavo e Oliveira do Bairro, onde as áreas urbanas simuladas excedem consideravelmente a mancha urbana de referência. O mesmo sucede junto das áreas industriais de Estarreja, Cacia e Oiã.

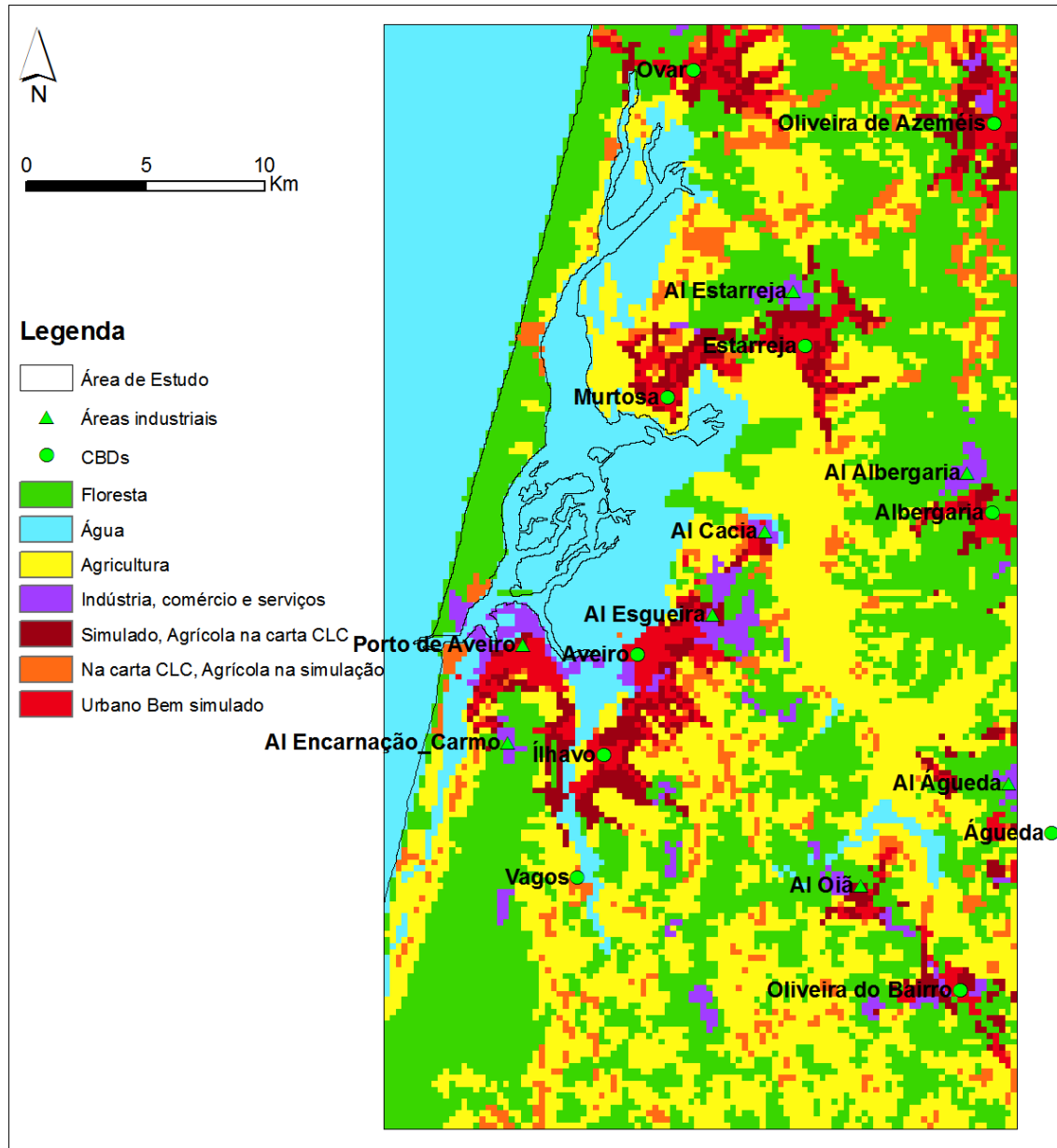


Figura 11 - Áreas urbanas correta e incorretamente simuladas no modelo validado

A grande maioria das áreas agrícolas que o modelo simulou corretamente encontram-se afastadas dos centros urbanos e áreas industriais, por exemplo, a área bordejada pelos centros urbanos de Ílhavo e Aveiro a noroeste e a área industrial de Oiã e centro urbano de Oliveira do Bairro a sudeste, ou a área entre os centros urbanos de Ovar, Oliveira de

Azeméis e Estarreja. Dentro dessas áreas, porém, existem muitas células que deveriam ter sido simuladas como urbanas.

#### **6.3.2.2 Áreas Simuladas Incorretamente**

Em relação às áreas de tecido urbano que o modelo não conseguiu simular existem dois grandes tipos: pequenas áreas dispersas e afastadas dos centros urbanos e das áreas industriais, que se desenvolvem sobretudo ao longo dos eixos viários, e áreas mais compactas que obedecem a outras lógicas de crescimento urbano para além da disposição da rede viária. Ao primeiro tipo pertencem as áreas a sul de Oliveira de Azeméis, o eixo Ovar-Estarreja-Aveiro e o eixo Aveiro-Águeda. Existem ainda, a sul de Vagos e a oeste de Oliveira do Bairro, pequenas áreas de tipo urbano correspondentes a pequenas localidades. Ao segundo tipo pertencem as áreas na costa: Torreira, S. Jacinto e Barra. Desta última tipologia, o modelo conseguiu simular corretamente a área do Furadouro.

As áreas agrícolas que o modelo não conseguiu simular encontram-se, invariavelmente, junto dos centros urbanos e áreas industriais, correspondente ao já referido exagero de células simuladas como urbanas junto das áreas referidas.

## 7 Análise de Resultados

Neste capítulo faz-se a análise dos resultados da implementação de cenários e da utilização do modelo como ferramenta de planeamento participado.

### 7.1 Cenários

#### 7.1.1 Perspetivas e dados de cenarização

Num contexto de crise económica e demográfica que se instalou e se adivinha para os próximos anos, optou-se pela escolha de cenários que traduzam esta realidade. Do lado económico perspetivou-se uma redução geral dos rendimentos de todos os residentes e, por outro lado, aumento da desigualdade de rendimentos entre os grupos de maior e menor rendimento. Do lado demográfico perspetivou-se uma diminuição do número de residentes.

Serão assim elaborados três cenários de partida: diminuição geral de rendimentos, aumento da desigualdade na distribuição de rendimentos e decréscimo populacional. Além disso, consideram-se também todas as combinações possíveis entre os três cenários de partida. O Quadro 13 resume os vários cenários e combinações utilizadas.

Quadro 13 - Cenários considerados e designações

| Cenário   | Nome do Cenário    | Nº Cenário |
|---|--------------------|------------|
| Menos Rendimentos                                 | -RENDIMENTOS       | 1          |
| Menos População                                   | -POPULAÇÃO         | 2          |
| Mais Desigualdade                                 | +DESIGUALDADE      | 3          |
| Menos Rendimentos e Menos População               | -REN e -POP        | 4          |
| Menos Rendimentos e Mais Desigualdade             | -REN e +DES        | 5          |
| Menos População e Mais Desigualdade               | -POP e +DES        | 6          |
| Menos Rendimentos e População e Mais Desigualdade | -REN e -POP e +DES | 7          |

Para quantificar os valores de entrada de cada cenário recorreu-se a dados de cenarização do INE para a evolução demográfica e tendências recentes de evolução para os rendimentos e a desigualdade.

Para a população residente assumiu-se uma taxa de crescimento correspondente ao cenário baixo elaborado pelo INE para a evolução da população em Portugal (Anexo 28) para o ano 2030, e que ronda um decréscimo de dez por cento.

Para os dados sobre rendimentos há que contabilizar diversos fatores como aumento da taxa de desemprego, aumento da carga fiscal, corte de benefícios sociais, aumento das despesas em saúde e educação (logo menor rendimento disponível para a habitação e

deslocações casa-trabalho), inflação, entre outros, que podem melhorar a precisão do cálculo da taxa de crescimento dos rendimentos. Não é objetivo deste estudo analisar o relacionamento dos fatores referidos com a diminuição dos rendimentos e fazer uma previsão precisa. De qualquer modo, assume-se, perante o que foi exposto, que será uma diminuição importante. Assumiu-se um valor de dez por cento de diminuição geral dos rendimentos.

Para os dados sobre desigualdade na distribuição de rendimentos a mesma ordem de fatores aventados para o cenário de diminuição geral de rendimentos se aplica. Os factores referidos terão um maior impacto em famílias com rendimentos menores e, assim, o rendimento disponível para habitação e deslocações casa-trabalho será muito mais afetado numa família que parte de uma base baixa de rendimentos do que numa família que parte de uma base mais alta. Assumiu-se, novamente, um valor de vinte por cento de aumento do fosso na distribuição de rendimentos entre o grupo de rendimentos mais elevado e o de rendimentos mais baixos.

Este não pretende ser um estudo exaustivo e preciso do que poderão ser os cenários no futuro. Pretende antes avaliar tendências de uma evolução claramente identificada, ainda que sem todo o rigor quantitativo. Um estudo que se debruçasse unicamente sobre cenários poderia fazê-lo com mais tempo e precisão. Assim, os dados de entrada dos cenários darão uma tendência geral.

Quadro 14 resumem-se os valores assumidos para cada um dos cenários. Os valores representam fatores de multiplicação sobre dados do modelo validado. No caso dos rendimentos e desigualdade, os fatores de multiplicação incidem sobre os rendimentos de cada grupo. No caso da população, o fator de multiplicação será sobre os valores de população de cada grupo.

Quadro 14 - Fatores de multiplicação para a execução dos cenários

| Cenários       |    | Fatores de multiplicação |                 |
|----------------|----|--------------------------|-----------------|
| Nome           | nº | res 1                    | res 2           |
| -RENDIMENTOS   | 1  | 0,9                      | 0,9             |
| -POPULAÇÃO     | 2  | 0,9                      | 0,9             |
| +DESIGUALDADE  | 3  | 0,9                      | 1,1             |
| -REN -POP      | 4  | 0,9 e 0,9                | 0,9 e 0,9       |
| -REN +DES      | 5  | 0,9 e 0,9                | 0,9 e 1,1       |
| -POP +DES      | 6  | 0,9 e 0,9                | 0,9 e 1,1       |
| -REN -POP +DES | 7  | 0,9 e 0,9 e 0,9          | 0,9 e 0,9 e 1,1 |

### 7.1.2 Resultados

Serão analisados em pormenor os cenários base, diminuição de rendimentos, diminuição de população e aumento de desigualdade. Estes quatro cenários principais mostram as principais tendências que vão refletir-se nos restantes cenários. Estes últimos serão analisados em conjunto, no final. A seguir estão os quadros (15 e 16) que contêm toda a informação referida na análise que se segue.

Quadro 15 - Valores apurados para cada cenário relativamente ao uso do solo, população, área de habitação e valor da habitação

| Indicador          |            | Cenários |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------|------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    |            | Base     | -Rend  | -Pop   | +Desig | 4      | 5      | 6      | 7      |
| Urbano             | nº células | 1579     | 1514   | 1350   | 1526   | 1286   | 1477   | 1296   | 1245   |
| res1               | ha         | 8955     | 8621   | 7620   | 8546   | 7288   | 8318   | 7220   | 6952   |
| res2               | ha         | 913      | 844    | 819    | 991    | 747    | 915    | 878    | 828    |
| total              | ha         | 9868     | 9465   | 8439   | 9538   | 8035   | 9233   | 8097   | 7781   |
| População          |            |          |        |        |        |        |        |        |        |
| res1               | hab.       | 266042   | 266042 | 239438 | 266042 | 239438 | 266042 | 239438 | 239438 |
| res2               | hab.       | 66511    | 66511  | 59860  | 66511  | 59860  | 66511  | 59860  | 59860  |
| total              | hab.       | 332553   | 332553 | 299298 | 332553 | 299298 | 332553 | 299298 | 299298 |
| Área da Habitação  |            |          |        |        |        |        |        |        |        |
| res1               | m2/hh      | 82,2     | 75,0   | 81,4   | 74,8   | 74,2   | 68,3   | 74,0   | 67,5   |
| res2               | m2/hh      | 150,5    | 136,3  | 150,5  | 164,7  | 135,8  | 149,1  | 164,1  | 149,5  |
| média              | m2/hh      | 95,9     | 87,2   | 95,2   | 92,8   | 86,5   | 84,5   | 92,0   | 83,9   |
| Valor da Habitação |            |          |        |        |        |        |        |        |        |
| res1               | €/m2/yr    | 35,5     | 34,7   | 36,1   | 34,8   | 35,4   | 33,9   | 35,5   | 34,8   |
| res2               | €/m2/yr    | 63,1     | 62,6   | 63,2   | 63,3   | 63,0   | 62,8   | 63,6   | 62,7   |
| média              | €/m2/yr    | 38,0     | 37,2   | 38,8   | 37,7   | 38,0   | 36,8   | 38,6   | 37,7   |

Quadro 16 - Valores apurados para cada cenário relativamente ao uso do solo, população, área de habitação e valor da habitação em percentagem relativamente ao cenário base

| Indicador          |   | Cenários |       |       |        |       |       |       |      |
|--------------------|---|----------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
|                    |   | Base     | -Rend | -Pop  | +Desig | 4     | 5     | 6     | 7    |
| Urbano             | % | 100,0    | 95,9  | 85,5  | 96,7   | 81,4  | 93,6  | 82,1  | 78,8 |
| res1               | % | 100,0    | 96,3  | 85,1  | 95,4   | 81,4  | 92,9  | 80,6  | 77,6 |
| res2               | % | 100,0    | 92,4  | 89,7  | 108,5  | 81,8  | 100,2 | 96,1  | 90,7 |
| total              | % | 100,0    | 95,9  | 85,5  | 96,7   | 81,4  | 93,6  | 82,1  | 78,8 |
| População          |   |          |       |       |        |       |       |       |      |
| res1               | % | 100,0    | 100,0 | 90,0  | 100,0  | 90,0  | 100,0 | 90,0  | 90,0 |
| res2               | % | 100,0    | 100,0 | 90,0  | 100,0  | 90,0  | 100,0 | 90,0  | 90,0 |
| total              | % | 100,0    | 100,0 | 90,0  | 100,0  | 90,0  | 100,0 | 90,0  | 90,0 |
| Área da Habitação  |   |          |       |       |        |       |       |       |      |
| res1               | % | 100,0    | 91,2  | 99,0  | 91,0   | 90,2  | 83,1  | 90,0  | 82,0 |
| res2               | % | 100,0    | 90,6  | 100,0 | 109,5  | 90,3  | 99,1  | 109,1 | 99,3 |
| média              | % | 100,0    | 91,0  | 99,3  | 96,8   | 90,2  | 88,1  | 96,0  | 87,5 |
| Valor da Habitação |   |          |       |       |        |       |       |       |      |
| res1               | % | 100,0    | 97,9  | 101,9 | 98,0   | 100,0 | 95,6  | 100,1 | 98,0 |
| res2               | % | 100,0    | 99,2  | 100,2 | 100,3  | 99,8  | 99,6  | 100,8 | 99,4 |
| média              | % | 100,0    | 97,8  | 101,9 | 99,2   | 100,0 | 96,7  | 101,4 | 99,2 |

### 7.1.2.1 Cenário Base

Na Figura 12 apresentam-se os mapas relativos ao uso do solo, número de famílias por célula e preço da habitação do cenário base<sup>9</sup>.

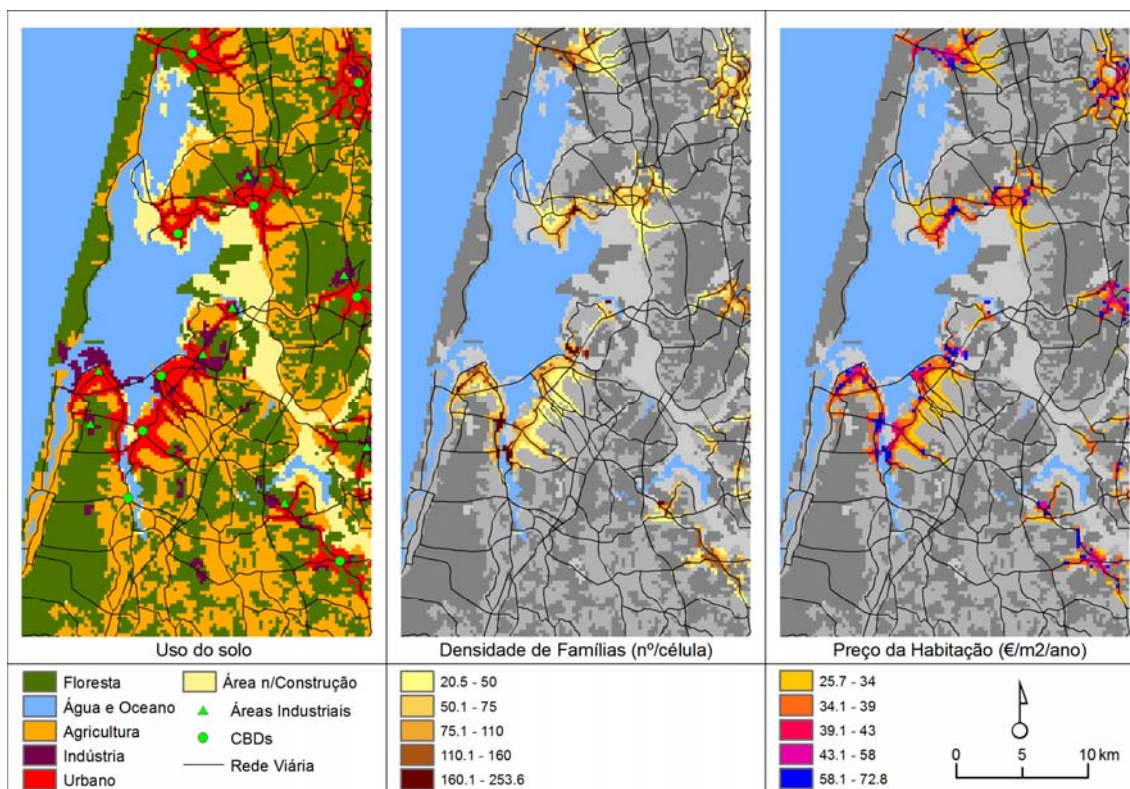


Figura 12 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário base

Relativamente ao uso do solo, o cenário base apresenta 1579 células urbanas, que correspondem a 9868 ha (células a vermelho no mapa da esquerda da figura Figura 12). O grupo de residentes de rendimento inferior ocupa 8955 ha (90,7% do total da área urbana) contra 913ha (9,3%) do grupo de rendimento superior (células a azul escuro no mapa da direita da Figura 12). A ocupação urbana faz-se principalmente junto dos centros urbanos e Áreas Industriais, com prolongamentos ao longo dos eixos viários e em direção às amenidades ambientais.

O número médio de famílias por célula urbana é de 70,7, com um máximo de 253,6 e um mínimo de 20,5. Os focos de maior densidade localizam-se onde as distâncias combinadas aos centros urbanos e Áreas Industriais e amenidades ambientais são

<sup>9</sup> No mapa de densidade de famílias usou-se o método de *natural breaks* (Jenks) para estabelecer os intervalos das classes. No mapa do preço da habitação usou-se o mesmo método, mas ajustou-se a classe superior (58,1-72,8) para a fazer corresponder com as células ocupadas pelos residentes do grupo de rendimento superior. Assim, neste mapa, é possível observar o padrão espacial do preço do solo bem como a localização dos dois grupos de residentes.



mínimas (mapa ao centro da Figura 12). A densidade vai diminuindo gradualmente à medida que essas distâncias combinadas aumentam, sendo mínima nas áreas urbanas mais distantes dos centros urbanos, áreas industriais e amenidades ambientais. Na Figura 13 encontra-se representada a distribuição da densidade de famílias em percentagem do total de células urbanas. A maior parte das células urbanas tem uma densidade de famílias entre 38 e 78 por célula. À medida que a densidade aumenta vai diminuindo o número de células, com valores muito reduzidos sensivelmente a partir das 140 famílias por célula.

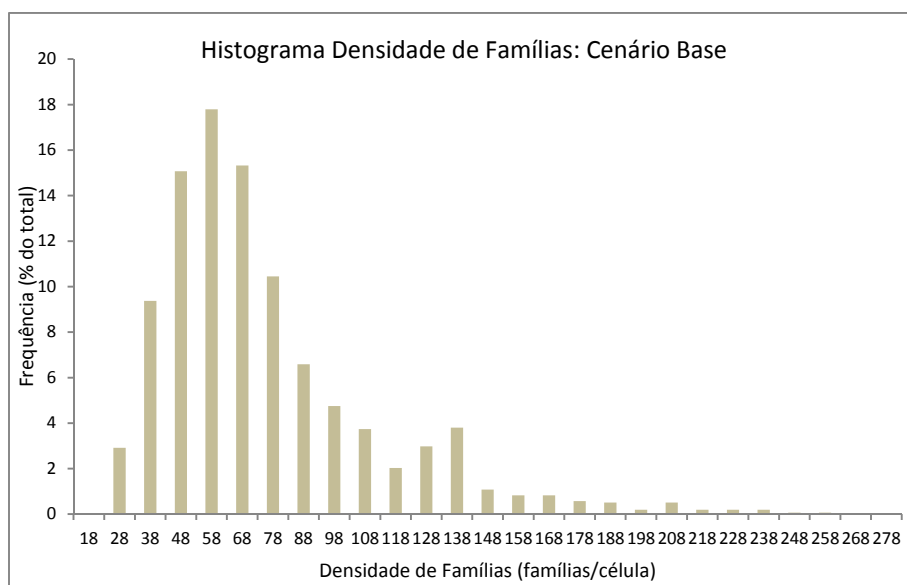


Figura 13 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário Base

O preço médio da habitação é de 38 €/m<sup>2</sup>/ano, sendo de 35,5 €/m<sup>2</sup>/ano para a habitação dos residentes de rendimento inferior e de 63,1 €/m<sup>2</sup>/ano para o grupo de rendimento superior. Os preços máximos e mínimos são de 14 e 72,8 €/m<sup>2</sup>/ano, respectivamente. No mapa da esquerda da Figura 12 é possível verificar que a distribuição espacial do preço da habitação tem um padrão muito semelhante ao da densidade de famílias. Na Figura 14 encontra-se representada a distribuição do preço da habitação em percentagem do total de células urbanas. É possível observar que a distribuição se encontra truncada em duas partes distintas: os valores até 50€/m<sup>2</sup>/ano correspondem a todos a residentes do grupo de rendimento inferior, enquanto a partir de 59€/m<sup>2</sup>/ano os valores correspondem ao grupo de residentes de rendimento superior. Os residentes de rendimento superior ocupam, assim, as áreas mais densas e mais caras, aquelas que

estão a distâncias ótimas dos centros urbanos, Áreas Industriais e Amenidade Ambientais.

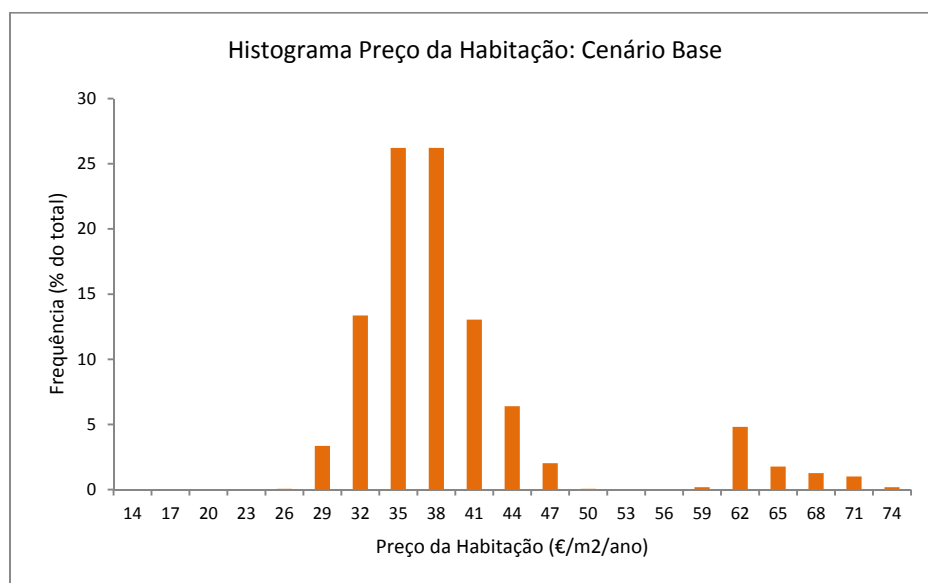


Figura 14 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário Base

O espaço de habitação médio por família é de 95,9 m<sup>2</sup>. O valor para as famílias do grupo de rendimento inferior é de 82,2 m<sup>2</sup>, contra 150,5 m<sup>2</sup> para as famílias do grupo de rendimento superior.

#### 7.1.2.2 Diminuição do Rendimento

Na Figura 15 apresentam-se os mapas relativos ao uso do solo, número de famílias por célula e preço da habitação do cenário de diminuição de rendimentos.

Este cenário simulou 1514 células urbanas (menos 4,1% que o cenário base). A relação da área ocupada entre os dois grupos de rendimento é agora de 91,1/8,9 % contra os 90,7/9,3 % do cenário base. A ocupação urbana mantém o mesmo padrão geral do cenário base mas reduz-se na periferia dos centros urbanos e Áreas Industriais. Estes resultados devem-se à menor disponibilidade monetária das famílias em realizar trajetos casa-trabalho, o que faz localizar a habitação mais próxima dos centros de emprego.

O número médio de famílias por célula urbana aumenta de 70,7 para 73,7, com um máximo de 274,6 e um mínimo de 18,3 (mais 21 e menos 2, respectivamente, do que no cenário base). A distribuição espacial da densidade de famílias mantém o mesmo padrão, com uma intensificação das áreas mais densas e um aligeirar das áreas menos

densas, mais uma vez resultado da consolidação das áreas urbanas, valores que se explicam pela necessidade de distribuir um mesmo quantitativo populacional por uma área urbana menor.

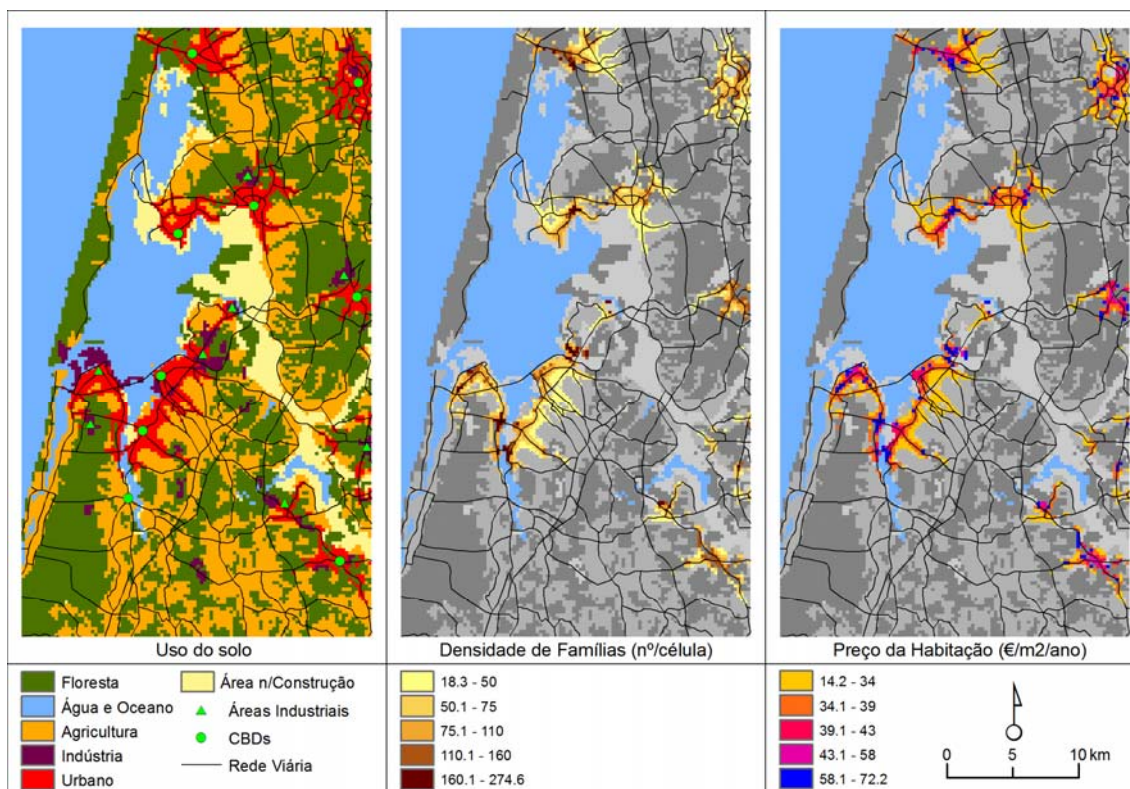


Figura 15 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário de diminuição do rendimento

Comparando a distribuição da densidade de famílias em percentagem do total de células urbanas com a do cenário base (Figura 16) é possível ver que há um decréscimo da percentagem de área de densidade média e baixa e um aumento da percentagem da área de densidade alta.

O preço médio da habitação é de 37,2 €/m2/ano (97,8% do valor do cenário base), sendo de 35,5 €/m2/ano para a habitação dos residentes de rendimento inferior e de 63,1 €/m2/ano para o grupo de rendimento superior (97,9% e 99,2%, respectivamente, relativamente ao cenário base). Os preços máximos e mínimos são de 14 e 72,8 €/m2/ano, respectivamente (25,5 e 72,8 no cenário base). Estes valores são explicados pelo facto de as famílias terem menos poder de compra, fazendo assim diminuir o valor monetário da procura. A distribuição espacial do preço da habitação mostra uma redução do número de células na classe um e um aumento na classe dois (Figura 15),

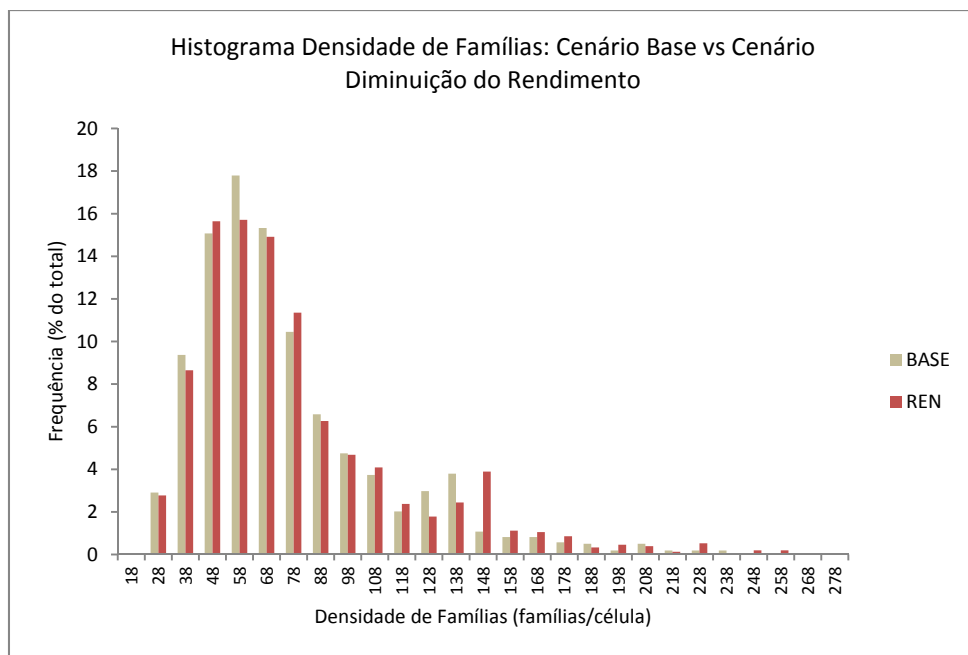


Figura 16 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário de Diminuição de Rendimento e Cenário Base

fazendo reduzir o preço médio da habitação nas áreas intermédias entre os centros urbanos e as periferias. Esta ideia é confirmada observando a comparação da distribuição do preço da habitação em percentagem do total de células urbanas do cenário base e do cenário de diminuição de rendimento (Figura 17). Há um aumento da percentagem da área de preços inferiores (primeira metade dos valores para o grupo de rendimento inferior) e uma diminuição da percentagem da área para a segunda metade do mesmo grupo. Quanto ao grupo de rendimento superior, não se nota nenhum padrão de variação assinalável. Estes resultados devem-se ao facto de o corte de rendimentos que se fez aos dois grupos ter tido maior repercussão no grupo de rendimento inferior, levando-o a comprar habitação mais barata, não se notando o mesmo efeito no grupo de rendimento superior.

O espaço de habitação médio por família é de 87,2 m<sup>2</sup> (91% do valor do cenário base) O valor para as famílias do grupo de rendimento inferior é de 75 m<sup>2</sup>, contra 136,3 m<sup>2</sup> para as famílias do grupo de rendimento superior (91,2% e 90,6%, respetivamente, relativamente ao cenário base). Estes valores são uma vez mais resultado do aumento de densidade populacional e menor poder aquisitivo.

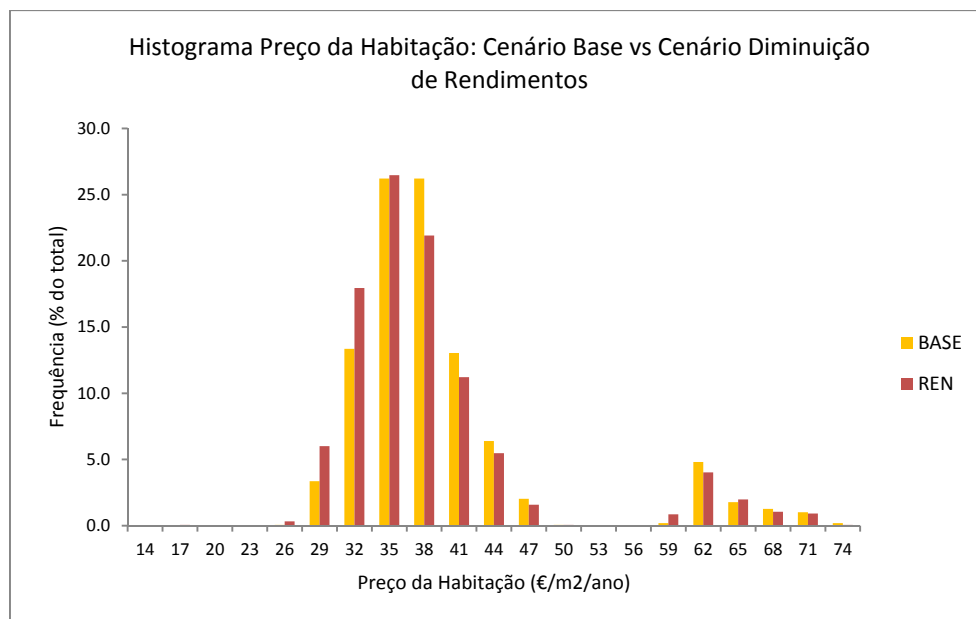


Figura 17 - Histograma do Preço da Habitação no Cenário Base e no Cenário de Diminuição de Rendimento

### 7.1.2.3 Diminuição da População

Na Figura 18 apresentam-se os mapas relativos ao uso do solo, número de famílias por célula e preço da habitação do cenário de diminuição da população.

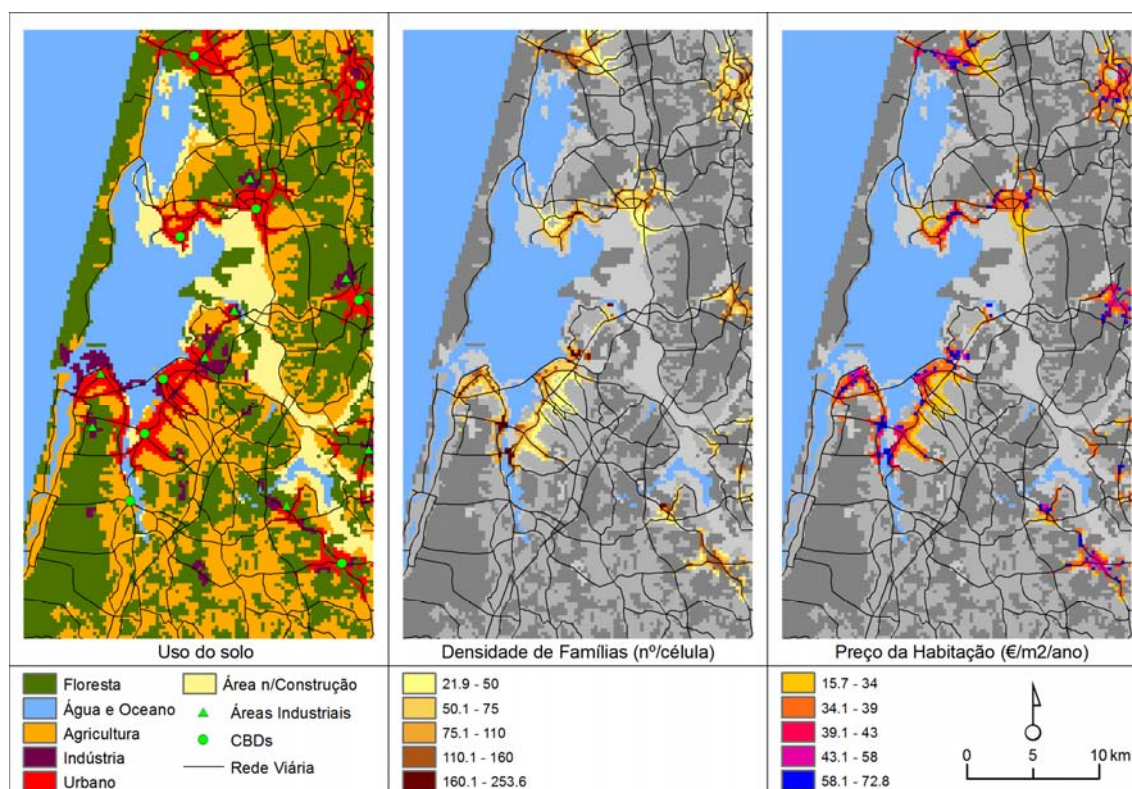


Figura 18 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário de diminuição da população

Este cenário simulou 1350 células urbanas (menos 14,5% que o cenário base). A relação da área ocupada entre os dois grupos de rendimento é agora de 90,3/9,7% contra os 90,7/9,3% do cenário base. A ocupação urbana mantém o mesmo padrão geral do cenário base, mas reduz-se na periferia dos centros urbanos e Áreas Industriais, ainda mais do que no cenário de diminuição de rendimento. Estes resultados devem-se ao menor quantitativo populacional, o que faz diminuir a procura e assim o volume de construção de habitação.

O número médio de famílias por célula urbana aumenta de 70,7 para 74,3, com um máximo de 253,6 e um mínimo de 21,7 (valores idênticos aos do cenário base). A distribuição espacial da densidade de famílias mantém o mesmo padrão, com uma diminuição das áreas menos densas, valores que se explicam mais uma vez pela diminuição da população e área urbana. Comparando a distribuição da densidade de famílias em percentagem do total de células urbanas com a do cenário base (Figura 19) é possível ver que há um decréscimo da percentagem de área de densidade baixa e um aumento da percentagem de área de densidade média e alta, pelas razões já apontadas.

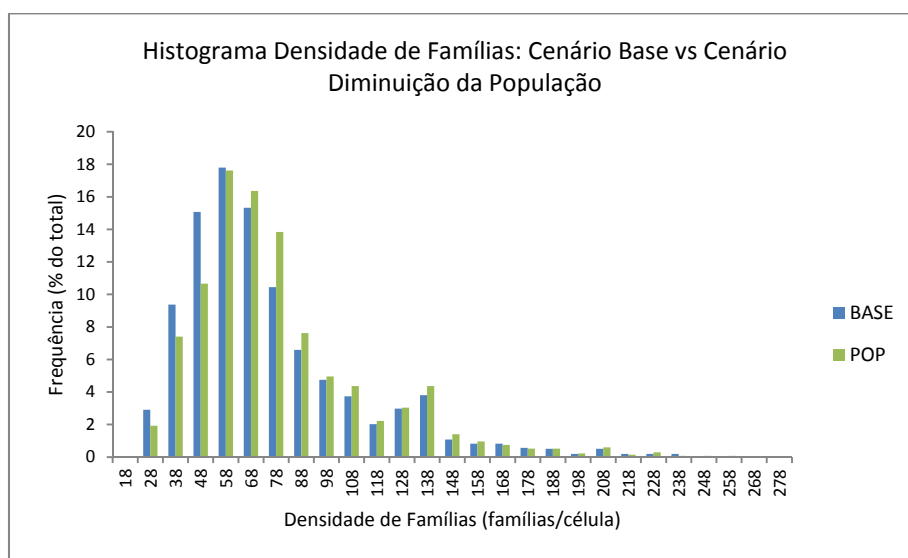


Figura 19 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário de Diminuição da População e Cenário Base

O preço médio da habitação é de 38,8 €/m2/ano (101,9% do valor do cenário base), sendo de 36,1 €/m2/ano para a habitação dos residentes de rendimento inferior e de 63,2 €/m2/ano para o grupo de rendimento superior (101,9% e 100,2%, respetivamente, relativamente ao cenário base). Os preços máximos e mínimos são de 15,6 e 72,8 €/m2/ano, respectivamente (25,5 e 72,8 no cenário base). Estes valores são explicados



pelo facto de a razão entre a área urbana simulada e a população ser maior no cenário base. A distribuição espacial do preço da habitação mostra uma redução do número de células na classe um e um aumento na classe dois (Figura 18), fazendo reduzir o preço médio da habitação nas áreas intermédias entre os centros urbanos e as periferias, mas aumentando o preço médio. Esta ideia é confirmada observando a comparação da distribuição do preço da habitação em percentagem do total de células urbanas do cenário base e do cenário de diminuição de rendimento (Figura 20).

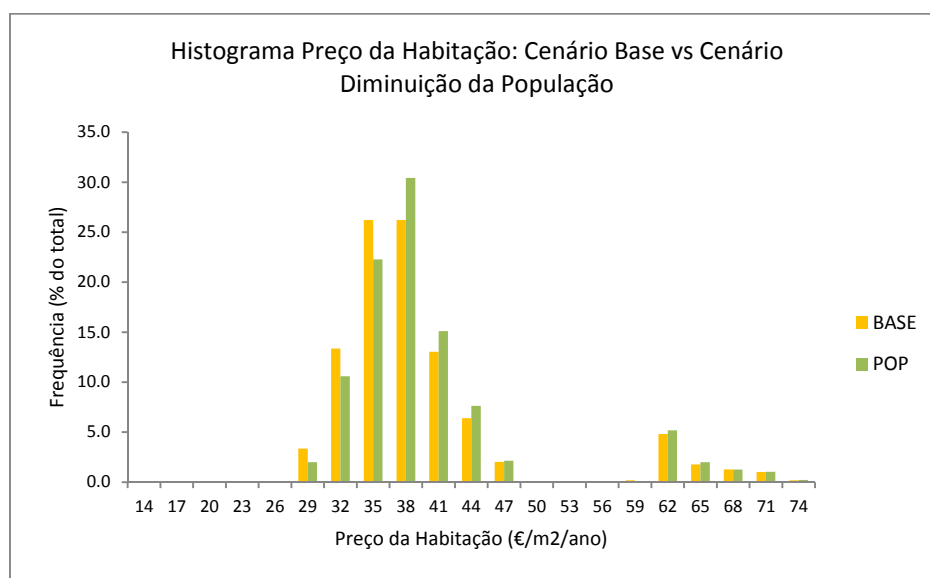


Figura 20 - Histograma do Preço da Habitação no Cenário Base e no Cenário de Diminuição da População

Há um aumento da percentagem de área de preços inferiores (primeira metade dos valores para o grupo de rendimento inferior) e uma diminuição da percentagem de área para a segunda metade do mesmo grupo. Quanto ao grupo de rendimento superior, tem um ligeiro aumento da percentagem de área. Estes valores devem-se ao facto de se terem reduzido os gastos em deslocações (devido ao encurtamento da área urbana) e assim se poder gastar mais em habitação.

O espaço de habitação médio por família é de 95,2 m<sup>2</sup> (99,3% do valor do cenário base). O valor para as famílias do grupo de rendimento inferior é de 81,4 m<sup>2</sup>, contra 150,5 m<sup>2</sup> para as famílias do grupo de rendimento superior (99% e 100%, respectivamente, relativamente ao cenário base), valores que não apresentam praticamente nenhuma variação.

#### 7.1.2.4 Aumento da Desigualdade

Na Figura 21 apresentam-se os mapas relativos ao uso do solo, número de famílias por célula e preço da habitação no cenário de aumento da desigualdade.

O cenário aumento de desigualdade simulou 1526 células urbanas (menos 3,3% que o cenário base). A relação da área ocupada entre os dois grupos de rendimento é agora de 89,6/10,4%, contra os 90,7/9,3% do cenário base. A ocupação urbana mantém o mesmo padrão geral do cenário base, mas reduz-se ligeiramente na periferia dos centros urbanos e Áreas Industriais. A redução ligeira da área urbana é induzida pela necessidade de o grupo de rendimento inferior se localizar mais próximo dos centros de emprego (reduzindo assim gastos de deslocação, ao ajustar o seu orçamento mais reduzido) e a alteração de proporção entre os dois grupos explica-se pelo aumento da diferença do poder aquisitivo dos dois grupos de rendimento, levando a que o grupo de maior rendimento possa comprar habitações maiores, ocupando assim mais espaço, acontecendo o contrário com o grupo de rendimento inferior.

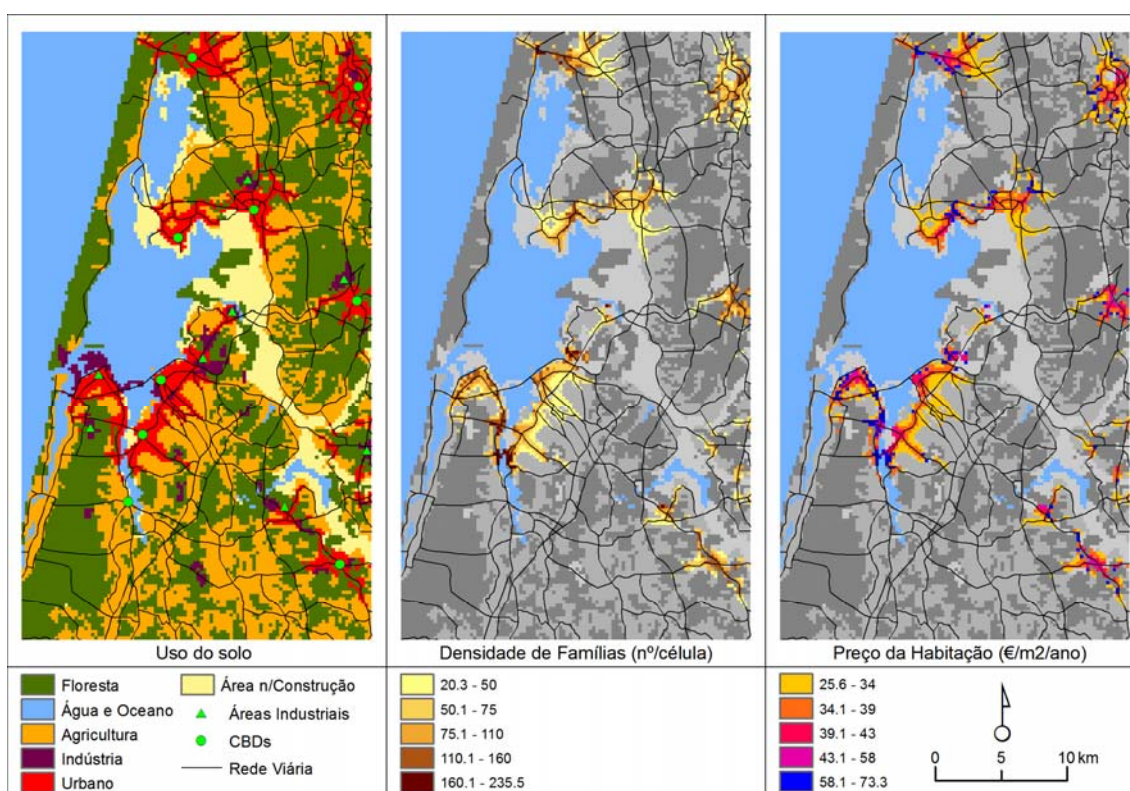


Figura 21 - Mapas do uso do solo, densidade de famílias e preço da habitação do cenário de aumento da desigualdade

O número médio de famílias por célula urbana aumenta de 70,7 para 73,1, com um máximo de 235,4 e um mínimo de 18,3 (menos 0,4 e 18,2, respectivamente, do que no



cenário base). A distribuição espacial da densidade de famílias mantém o mesmo padrão, com um aumento das áreas de densidade média/alta e uma diminuição das áreas de densidade baixa, valores que se explicam mais uma vez pela necessidade de o grupo de rendimento inferior adquirir habitação de área menor, aumentando assim a densidade. Comparando a distribuição da densidade de famílias em percentagem do total de células urbanas com a do cenário base (Figura 22) é possível ver que há um decréscimo da percentagem de área de densidade baixa e um aumento da percentagem da área de densidade média/alta, pelas razões já apontadas.

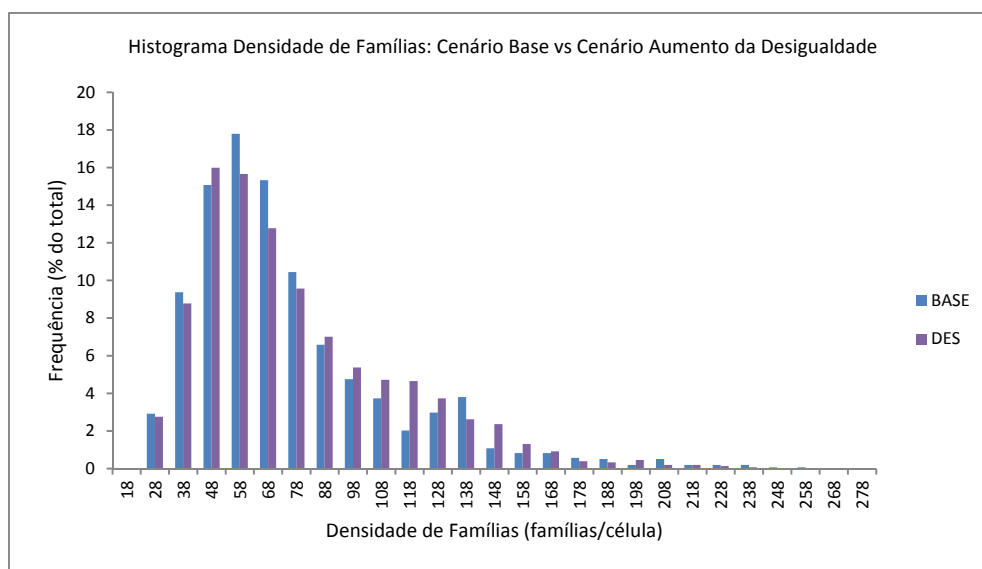


Figura 22 - Histograma da Densidade de Famílias por célula no Cenário de Aumento da Desigualdade e Cenário Base

O preço médio da habitação é de 37,7 €/m<sup>2</sup>/ano (99,2% do valor do cenário base), sendo de 34,8 €/m<sup>2</sup>/ano para a habitação dos residentes de rendimento inferior e de 63,3 €/m<sup>2</sup>/ano para o grupo de rendimento superior (98% e 100,3%, respetivamente, relativamente ao cenário base).

Os preços máximos e mínimos são de 25,4 e 73,3 €/m<sup>2</sup>/ano, respectivamente (25,5 e 72,8 no cenário base).

A distribuição espacial do preço da habitação mostra um aumento do número de células na classe um e uma diminuição na classe dois (Figura 21), e ainda um aumento da classe de preço mais alto. Esta ideia é confirmada observando a comparação da distribuição do preço da habitação em percentagem do total de células urbanas do cenário base e do cenário de diminuição de rendimento (Figura 23).

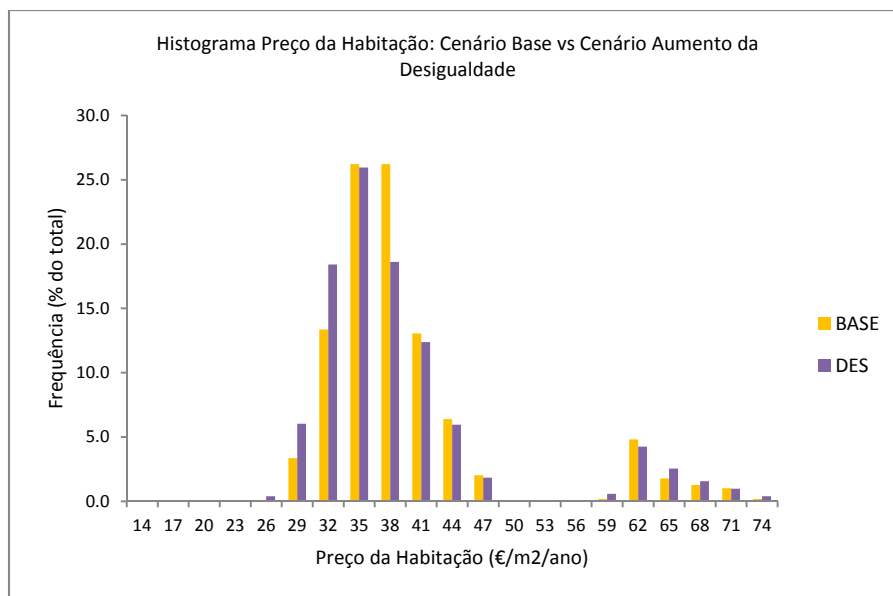


Figura 23 - Histograma do Preço da Habitação no Cenário Base e no Cenário de Aumento de Desigualdade

Há um aumento da percentagem de área de preços inferiores (primeira metade dos valores para o grupo de rendimento inferior) e uma diminuição da percentagem da área para a segunda metade do mesmo grupo. Quanto ao grupo de rendimento superior conta com um aumento da percentagem da área. Estes valores são explicados, uma vez mais, pela necessidade dos grupos de rendimento ajustarem os seus orçamentos.

O espaço de habitação médio por família é de 92,8 m<sup>2</sup> (99,2% do valor do cenário base). O valor para as famílias do grupo de rendimento inferior é de 74,8 m<sup>2</sup>, contra 164,7 m<sup>2</sup> para as famílias do grupo de rendimento superior (91% e 109,5%, respectivamente, relativamente ao cenário base). Este indicador é o que revela com mais clareza o impacto do aumento de desigualdade, permitindo ao grupo de rendimento superior a capacidade de comprar habitação mais espaçosa acontecendo o contrário com o grupo de rendimento inferior.

#### 7.1.2.5 Restantes Cenários

Os cenários resultantes da combinação dos três cenários principais mostram as tendências principais dos cenários que lhes estão na origem.

Assim, todos os cenários simularam menos células urbanas do que o cenário base (Figura 24 e Quadro 15).

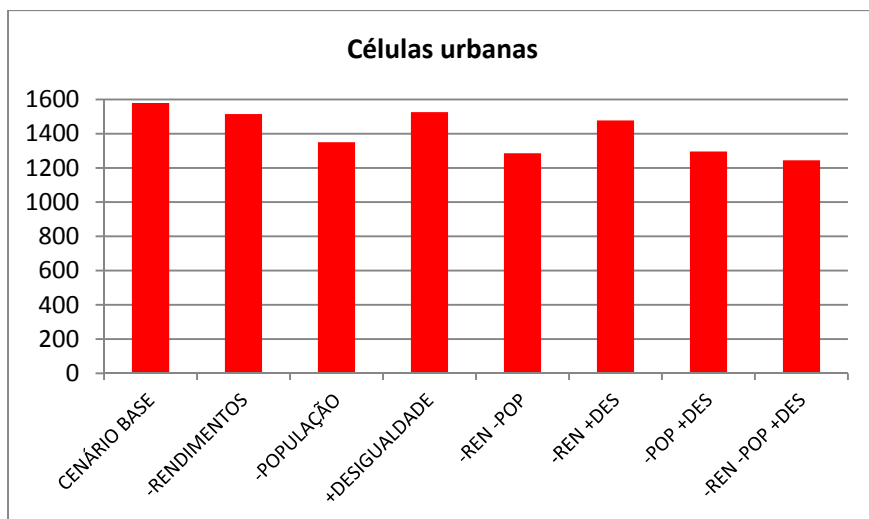


Figura 24 - Nº de células urbanas simuladas no cenário base e restantes cenários

As maiores contrações ocorreram nos cenários 2, 4, 6 e 7, refletindo as tendências dos cenários de diminuição de rendimento e população, onde houve as maiores reduções do número de células urbanas. No que toca à área de habitação (Figura 25), os vários cenários não fazem variar muito a média do espaço de habitação dos dois grupos residentes, havendo uma diminuição ligeira geral que se faz sentir mais nos cenários 1, 4, 5 e 7.

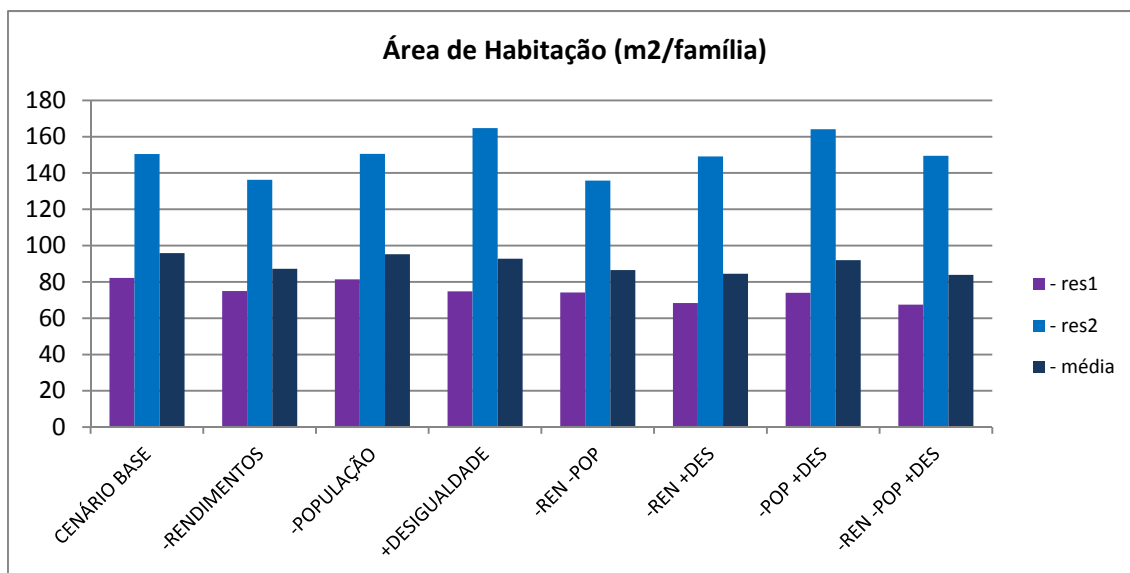


Figura 25 - Área de habitação no cenário base e restantes cenários

Contudo a área de habitação do grupo de maior rendimento aumenta (diminuindo a área de habitação do grupo de rendimento inferior) no cenário de aumento da desigualdade

de rendimentos e no cenário de aumento da desigualdade de rendimentos conjugada com a diminuição da população. Todos os cenários preveem uma diminuição da área de habitação para o grupo de rendimento inferior.

Quanto ao valor do imobiliário (Figura 26), a variação da média para os dois grupos é mínima, havendo um ligeiro aumento nos cenários de menos população e de menos população conjugada com mais desigualdade, e uma ligeira diminuição nos restantes cenários.

Para o grupo de rendimento superior, o valor do imobiliário sobe nos cenários 2, 3 e 6 e diminui nos restantes. Para o grupo de rendimento inferior o valor do imobiliário sobe no cenário 2 e diminui nos restantes.

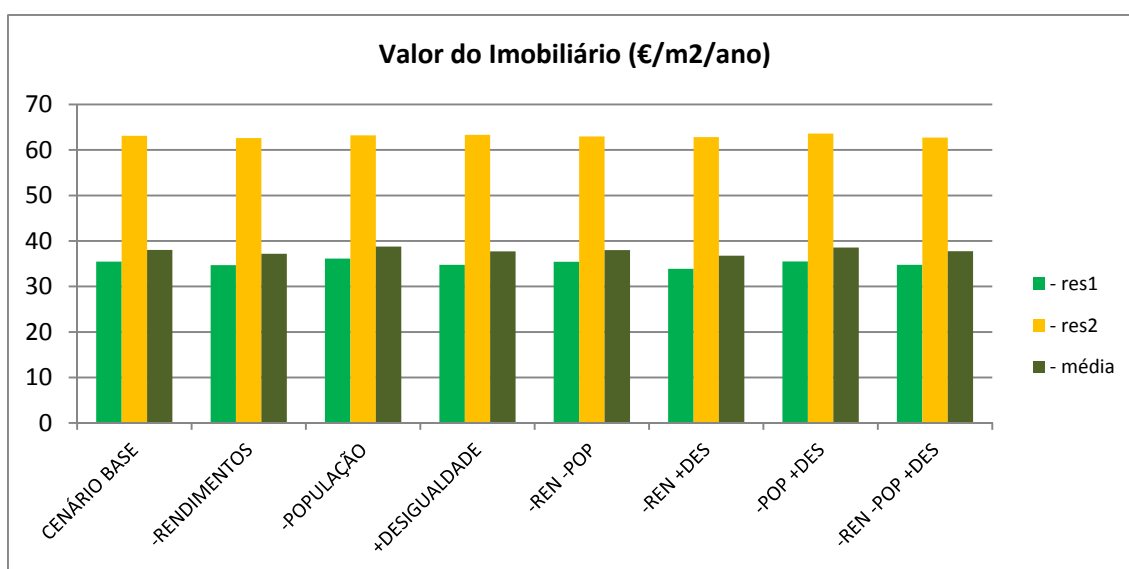


Figura 26 - Valor do imobiliário no cenário base e restantes cenários

## 7.2 Modelo como Ferramenta de Planeamento Participado

Um modelo em tudo semelhante ao apresentado neste estudo foi utilizado experimentalmente como ferramenta de planeamento participado. O autor, a convite do coorientador, tomou parte, como coorganizador e moderador, num workshop que simulava um debate entre *stakeholders* num contexto de planeamento participado. Os *stakeholders* eram representados por alunos das áreas de planeamento e conservação da natureza, reunidos em Figueira de Castelo Rodrigo, numa iniciativa da organização *Rewilding Europe*<sup>10</sup>.

A seguir apresentam-se os moldes em que decorreu a experiência e os principais resultados e conclusões.

### 7.2.1 Descrição do modelo, *stakeholders* e cenários

O modelo utilizado, em tudo semelhante ao descrito neste estudo, incidia também sobre a mesma área de estudo. Propunha, além de um cenário base, quatro cenários principais e respectivas combinações, num total de dezasseis cenários. Os quatro cenários base correspondiam às aspirações de outros tantos grupos de *stakeholders*. Os *stakeholders* estavam assim descritos segundo o seu carácter, objetivos e visão para a área de estudo:

- Municípios de Aveiro: instituição pública de carácter associativo e de âmbito geográfico que tem como fim a realização de interesses comuns dos seus membros. Associa os onze municípios adjacentes à Ria de Aveiro. As suas atividades incluem a promoção e o fomento do desenvolvimento local e regional, do turismo, planeamento e gestão urbanas, gestão da água, protecção ambiental e eficiência energética.

Objetivo: Maximizar receitas provenientes dos impostos sobre imóveis e turismo (dependentes da biodiversidade).

Visão: Atrair investimentos industriais de baixo custo de modo a criar emprego e aumentar a população de famílias de baixos rendimentos (grupo de residentes 1) em 5%.

- Associação de Conservação da Natureza: propõe, monitoriza e assegura a implementação de políticas para a conservação da natureza e florestas, através

---

<sup>10</sup> Para mais informações sobre os projectos organização, consultar: [www.rewildingeurope.com](http://www.rewildingeurope.com). Para informações sobre a iniciativa de Figueira de Castelo Rodrigo, consultar: <http://www.rewildingeurope.com/blog/learning-wild-entrepreneurship-in-the-wild/>

da conservação, uso sustentável, apreciação e fruição do reconhecimento público do património natural. Além disso, promove o desenvolvimento sustentável das florestas e recursos associados, fomenta a competitividade da cadeia da floresta e assegura a prevenção estrutural no contexto do planeamento e ação concertada na defesa da floresta, recursos de caça e água doce, bem como outras atividades diretamente associadas com a floresta e atividades florestais.

Objetivo: Maximizar o somatório da biodiversidade terrestre (que diminui com a redução da área agrícola) e da biodiversidade aquática (decrece com a expansão urbana).

Visão: Estabelecer um corredor de vida selvagem entre Aveiro e Ílhavo, ligando a Ria de Aveiro à floresta no interior.

- Promotores Imobiliários: é o maior promotor imobiliário privado na região de Aveiro, com 1000 empregados, lucros que rondam os 10 milhões de euros por ano e um capital privado acima dos 100 milhões de euros. Tenciona crescer na próxima década através do desenvolvimento de condomínios de luxo nas margens da Ria de Aveiro, bem como propriedades residenciais em frente ao Oceano Atlântico. Estes investimentos imobiliários obedecem aos mais altos padrões de qualidade e localizam-se em áreas de natureza luxuriante e ambientes naturais preservados.

Objetivo: Maximizar receitas anuais do imobiliário.

Visão: Construir propriedades residenciais em frente ao Oceano Atlântico, tornando a Barra a área central de comércio, serviços e turismo.

- Associação de Moradores: é uma organização de residentes comunitária de múltiplos objetivos. Ambiciona preservar e melhorar a qualidade de vida, o valor das propriedades, segurança e imagem positiva da área da Ria de Aveiro através de uma cuidadosa monitorização do uso do solo, zonamento e preocupações dos moradores, representando e defendendo os interesses dos residentes da região de Aveiro.

Objetivo: Maximizar a satisfação dos residentes baseada na vontade das famílias em pagar para viver em determinadas localizações (perto de amenidades ambientais e centros urbanos)

Visão: Redução do custo do transporte público para as famílias de baixo rendimento de modo a melhorar a sua qualidade de vida.

Os quatro cenários principais eram:

- Aumento da população de rendimento inferior em 5%
- Estabelecimento de um corredor verde entre Aveiro e Ílhavo
- Estabelecimento de um centro urbano na Barra
- Diminuição dos custos de transporte para 90%

Daí derivaram todas as combinações possíveis, chegando-se a um total de dezasseis cenários (Anexo 29).

Desenvolveram-se quatro índices de satisfação para os quatro grupos de *stakeholders*: rendimento dos municípios, biodiversidade, rendimento dos promotores imobiliários e satisfação dos residentes, que obtinham diferentes valores dependendo do cenário em causa. Fez-se a média dos quatro índices para cada um dos cenários e ordenaram-se os cenários pelas médias obtidas, sendo que a melhor média indicava a melhor solução de compromisso para todas as partes e a pior a que menos satisfazia o conjunto dos *stakeholders* (Anexo 29).

### **7.2.2 Estrutura do *workshop***

O grupo de trinta estudantes foi dividido em dois *clusters* de quinze estudantes. Cada um dos *clusters* formou os quatro grupos de *stakeholders*, com três a quatro estudantes por grupo de *stakeholders*. Cada grupo de *stakeholders* recebeu uma folha de stakeholder com as características, objetivo e visão do grupo, bem como com a informação da situação atual (cenário base).

Cada grupo de *stakeholders* reuniu então em paralelo para discutir as suas ideias e visões para o futuro, bem como para se preparar para a reunião plenária com os outros *stakeholders*. Tiveram então lugar as reuniões plenárias, mediadas pelo autor deste estudo e pelo seu coorientador, para cada um dos dois *clusters*, com a presença de um ou dois estudantes por grupo de *stakeholders* para discutir a visão conjunta para a região. Cada *stakeholder* apresentou a sua proposta, ao que se seguiu uma discussão de todas as propostas. Nessa discussão, cada *stakeholder* podia ceder a uma posição de outro *stakeholder* se achasse que a sua própria posição não seria afetada e de modo a fazer prevalecer a sua visão. Podia também tentar convencer os outros *stakeholders* sobre as vantagens de aderir à sua escolha de combinação de cenários. Os *stakeholders* não possuíam informação prévia sobre os índices de satisfação, acedendo apenas aos

dados do cenário escolhido na reunião plenária. Assim, as suas ideias pré-concebidas do que seria o melhor cenário para proteger os seus interesses eram avaliadas pelo modelo em tempo real, mas apenas depois da decisão tomada. Diversas combinações de interesses dos *stakeholders* foram discutidas de modo a elaborar a Visão número 1. A decisão só era tomada com uma maioria de votos. Os impactos socioeconómicos e ambientais desta Visão foram calculados pelo modelo (através da combinação dos respectivos cenários) e estes resultados foram fornecidos aos diferentes grupos de *stakeholders* para as suas reuniões paralelas, a que se seguiu nova reunião plenária. Este processo foi efetuado três vezes no total, resultando daí a Visão 3 (visão final). Finalmente as Visões finais dos dois *clusters* foram comparadas no seu desempenho geral relativamente aos índices de satisfação dos *stakeholders*.

O *workshop* encerrou com uma discussão entre todos os participantes relativamente ao processo, estrutura e resultados da iniciativa.

### 7.2.3 Resultados

As discussões entre os grupos de *stakeholders* foram intensas, com os estudantes a assumirem desde logo o papel que lhes foi atribuído. Algumas discussões extravasaram largamente o âmbito das previsões que o modelo possibilitava, com extrapolação de consequências que o modelo não podia, de modo algum, prever. Os argumentos utilizados para convencer os restantes *stakeholders* a aderirem a determinada combinação de cenários eram, assim, algumas vezes, erróneos.

As principais relações de interesses assumidos por parte dos grupos de *stakeholders* durante o *workshop*, ainda que algumas estivessem fora do âmbito do modelo, foram as seguintes:

- Municípios de Aveiro: apoiavam o estabelecimento do centro urbano da Barra pelo aumento de impostos sobre os imóveis que daí advinham e apoiavam o estabelecimento do corredor ambiental que, aumentando a biodiversidade, aumentava os impostos sobre o turismo; no entanto opunham-se à redução do preço dos transportes, pois isso significaria um aumento da despesa das empresas municipais de transporte.
- Associação de Conservação da Natureza: opunha-se aos cenários de aumento da população e construção do centro urbano na Barra pela pressão ambiental extra que significavam (perda de área agrícola e de áreas ricas em biodiversidade).



Também era contrária à redução do preço dos transportes, pois isso significaria uma maior disponibilidade das famílias em morar perto das amenidades ambientais e assim aumentar a pressão sobre as áreas de elevado valor de biodiversidade.

- Promotores Imobiliários: Viam com bons olhos os restantes cenários, pois ou aumentavam os seus lucros (valorização dos empreendimentos pela proximidade de um corredor ambiental ou aumento de lucros devido ao aumento de população) ou não os reduziram (restantes cenários).
- Associação de moradores: opunha-se à política dos municípios de atrair investimentos industriais de baixo custo pela influência previsível que aqueles teriam na queda de salários dos moradores, e ao estabelecimento de condomínios de luxo pelo efeito previsível do aumento do custo da habitação.

As visões finais dos *clusters* escolheram a combinação de cenários que corresponderam à segunda e quinta melhores médias de índices de satisfação (cenários 15 e 12, respetivamente). Assim, o *cluster* que escolheu o cenário 15 deixou de fora a visão dos municípios, tendo os restantes *stakeholders* chegado a um compromisso. O *cluster* que escolheu o cenário 12 deixou de fora os interesses da associação de moradores, chegando os restantes *stakeholders* a um compromisso.

À medida que as três visões consecutivas iam sendo negociadas, eram mostrados aos *stakeholders*, como já se disse, os resultados dos índices de satisfação. Estes valores tinham uma influência decisiva na escolha dos cenários para a visão seguinte, servindo assim para esclarecer os *stakeholders* sobre os reais impactos das suas decisões.

O modelo provou, assim, ser eficaz num contexto de decisão participada, com os *stakeholders* a chegarem a soluções muito próximas da melhor combinação de cenários possível. Provou também ser um mediador válido nas discussões entre *stakeholders*, pela valorização (até excessiva, em alguns dos casos) que os *stakeholders* fizeram das suas capacidades de previsão. Mostrou, também, que a apresentação em tempo real das consequências das decisões dos *stakeholders* permite a agilização e pragmatização do processo de tomada de decisão.



## **8 Conclusões**

### **8.1 Discussão de resultados**

Consideramos que o primeiro objetivo de definir e caracterizar a expansão urbana foi conseguido, através de um resumo histórico e uma discussão atual, com recurso aos autores mais relevantes.

Relativamente ao segundo objetivo de avaliar os padrões de expansão urbana na área de estudo para os três momentos considerados (1975, 1990 e 2006) conseguiu-se uma boa caracterização recorrendo à literatura e a dados estatísticos e cartográficos.

Quanto à explicação do que é a modelação do uso do solo e que diferentes abordagens existem, pensamos ter conseguido um razoável resumo da literatura, citando os principais e mais atuais autores. As várias abordagens de modelação da expansão urbana foram também descritas e explicadas.

A aplicação do modelo, e inerente recolha e tratamento de dados, decorreu de acordo com o estipulado, tendo sido construída toda a base de dados a que nos propusemos. A calibração e a validação recorreram a métodos recentemente introduzidos no debate sobre modelação do uso do solo, que estão a ser agora adotados por outros investigadores, e provaram ser fiáveis na escolha da melhor simulação. No todo, resultou uma aprendizagem válida sobre a prática e os processos da modelação do uso do solo.

O objetivo principal do estudo empírico, chegar a uma distribuição espacial da expansão urbana semelhante à realidade, foi razoavelmente conseguido. No entanto, e como foi extensamente referido, existem falhas na adequação do modelo à realidade, nomeadamente no padrão da área urbana simulada. Junto dos centros urbanos e áreas industriais considerados a comparação revela mais semelhanças, obtendo uma aproximação ao padrão geral à medida que se diminui a resolução da análise. Apesar de tudo, a simulação do tecido urbano disperso existente entre os centros urbanos principais revela pouca consistência. Ainda assim, o modelo teórico e prático usado pode considerar-se, dentro de certos limites, adequado à realidade da área de estudo.

A projeção de cenários permitiu observar a influência de fatores associados à crise económica na distribuição da área urbana, área de habitação por família e preço do imobiliário. Os cenários revelaram diferenças pouco importantes relativamente ao padrão da área urbana, mas deram uma tendência geral de decréscimo da área urbana, de diminuição da área de habitação, com um aumento da diferença entre as áreas das

habitações dos dois grupos de rendimento, e de uma variação ligeira no preço da habitação mas que, na maioria dos cenários, aumenta a diferença entre os valores da habitação dos dois grupos de rendimento.

A realização do *workshop* permitiu avaliar a validade do modelo enquanto ferramenta de apoio à decisão num processo participado, e retirar ensinamentos de como conduzir estes processos num eventual contexto real, tendo-se mostrado como um mediador válido nas discussões entre *stakeholders*, e um catalisador do processo de tomada de decisão. Relativamente ao interesse e participação ativa por parte dos *stakeholders*, o exercício revelou-se assim um sucesso, com uma grande aceitação do modelo como mediador no processo de tomada de decisão por parte daqueles.

## **8.2 Orientações para trabalhos futuros**

Na construção do modelo, todos os centros urbanos e Áreas Industriais têm o mesmo peso na decisão da localização da habitação. Uma ponderação feita pelo poder de atração de trabalhadores (número de empregados, percentagem de trabalhadores de outros concelhos, serviços prestados, entre outros) de cada ponto escolhido, pode ajudar a melhorar a precisão das simulações.

Uma limitação importante do modelo é o facto de este não levar em conta o contexto histórico da área de estudo. Isto é, as pré-existências históricas, as referências culturais dos habitantes e a noção de lugar estão ausentes da modelação, o que ajuda, acreditamos, a explicar algumas falhas na simulação.

A calibração e a validação podem recorrer a outros indicadores além do uso do solo, como por exemplo a distribuição da população ou o preço do imobiliário, exercícios que exigem outros conjuntos de dados e um nível acrescido de complexidade devido ao aumento exponencial das categorias presentes no mapa.

Os valores usados no modelo para simular cenários podem também ser melhorados através de uma investigação mais aprofundada sobre a relação entre diversos indicadores estatísticos e o nível de rendimento dos residentes.





## Bibliografia

- AGARWAL, Chetan; GREEN, Glen M.; GROVE, J. Morgan; *et al.* (2002) - *A Review and Assessment of Land-Use Change Models: Dynamics of Space, Time, and Human Choice*. Syracuse: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 61 p.
- ALLEN, Jeffery; LU, Kang - Modeling and Prediction of Future Urban Growth in the Charleston Region of South Carolina: a GIS-based Integrated Approach. *Conservation Ecology*. 2003, **8**(2), 2.
- ARHC - (2012) Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4 - Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico. [Coimbra]: Administração Região Hidrográfica do Centro. [em linha]. [consultado em 20 de Janeiro de 2014] Disponível em: <[http://www.apambiente.pt/\\_zdata/planos/PGRH4/AAE%5CRelatorioAmbienta1\\_PGBHVML.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH4/AAE%5CRelatorioAmbienta1_PGBHVML.pdf)>
- ARHC - (2011) Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4 - Parte A - Avaliação Estratégica Ambiental. [Coimbra]: Administração Região Hidrográfica do Centro. [em linha]. [consultado em 20 de Maio de 2014] Disponível em: <[http://www.apambiente.pt/\\_zdata/planos/PGRH4/RB%5CParte%202%5C7.Diaagnostico%5C7.3\\_Diagnostico%5Crh4\\_p2\\_s7\\_3\\_5\\_rt\\_final.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH4/RB%5CParte%202%5C7.Diaagnostico%5C7.3_Diagnostico%5Crh4_p2_s7_3_5_rt_final.pdf)>
- ASCHER, François (1998) - *Metapolis, Acerca do Futuro da Cidade*. (1ª edição). Oeiras: Celta Editora. 240 p.
- BANZHAF, H. Spencer; LAVERY, Nathan - Can the land tx help curb urban sprawl? Evidence from growth patterns in Pennsylvania. *Journal of Urban Economics*. 2010, **60**, 169-179.
- BARBOSA, J. Pais; GOMES, F. Veloso; PINTO, F. Taveira - Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) a estudos na zona costeira. *Actas das 1<sup>as</sup> Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*. 2006.
- BENTO, António M.; FRANCO, Sofia F.; KAFFINE, Daniel - The efficiency and distributional impacts of alternative anti-sprawl policies. *Journal of Urban Economics*. 2006, **59**, 121-141.

- BHATTA, B., S.; SARASWATI; BANDYOPADHYAY D. - Urban sprawl measurement from remote sensing data. *Applied Geography*. 2010, **30**, 1-10.
- BOHNET, Iris C.; ROEBELING, Peter C.; WILLIAMS, Kristen J.; *et al.* - Landscapes Toolkit: an integrated modeling framework to assist stakeholders in exploring options for sustainable landscape development. *Landscape Ecology*. 2011, **26**, 1179-1198.
- BRIASSOULIS, H. - 2000, *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling*, Virginia University. [em linha] [consultado em 20 Maio 2014] .Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>>
- BRUECKNER, Jan K.; THISSE, Jacques-François; ZENOU, Yves - Why is central Paris rich and downtown Detroit poor? An amenity-based theory. *European Economic Review*, **43**, 91-97.
- CASER, Ursula - Socio-Environmental Mediation - Myths and Fears. *Revista de Estudos Universitários*. 2009, **35**(2), 67-83.
- CASER, Ursula; VASCONCELOS, Lia (2012). - *A Mediação Ambiental e Sócio-Territorial (MAST) Um Campo de Intervenção por Excelência para Geógrafos!* Revista de Geografia e Ordenamento do Território, **2** (Dezembro). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território. 75-96
- CHUECA GOITIA, Fernando (1978) - *Breve Historia del Urbanismo*. (5ª edição) Madrid: Alianza Editorial. 241 p.
- CMA - website da Câmara Municipal de Aveiro - [www.cm-aveiro.pt](http://www.cm-aveiro.pt) - [consultado em 26 Novembro de 2013]. Disponível em: <[www.cm-aveiro.pt](http://www.cm-aveiro.pt)>.
- COMISSÃO EUROPEIA (2001) - *Livro Branco Sobre Governança*. [em linha]. [consultado em 12 Maio 2014]. Disponível em: <[http://europa.eu/legislation\\_summaries/institutional\\_affairs/decisionmaking\\_process/l10109\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/decisionmaking_process/l10109_en.htm)>
- COSTANZA, Robert.; D'ARGE, Ralph; GROOT, Rudolf de; *et al.* - The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997, **387**, 253-260.
- COUCH, Chris.; KARESHA, Jay - Controlling urban sprawl: Some experiences from Liverpool. *Cities*. 2006, **23**(5), 353-363.
- DAVIS, Chris.; SCHAUB, Tim. - A transboundary study of urban sprawl in the Pacific Coast region of North America: The benefits of multiple measurement methods. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2005, **7**, 268-283.



- DGOTDU (2011) - A ocupação dispersa no quadro dos PROT e dos PDM. Lisboa, DGOTDU [em linha]. [consultado em 11 de Janeiro 2014]. Disponível em: <[http://www.dgotdu.pt/filedownload.aspx?schema=ec7b8803-b0f2-4404-b003-8fb407da00ca&channel=C4193EB3-3FA7-4C98-B8CA-D6B9F5602448&content\\_id=88875BC5-1F92-44AF-891A-82547BB2C3B5&field=file\\_src&lang=pt&ver=1](http://www.dgotdu.pt/filedownload.aspx?schema=ec7b8803-b0f2-4404-b003-8fb407da00ca&channel=C4193EB3-3FA7-4C98-B8CA-D6B9F5602448&content_id=88875BC5-1F92-44AF-891A-82547BB2C3B5&field=file_src&lang=pt&ver=1)>
- DGOTDU (2009) - *Governância e Participação na Gestão Territorial*, série Política de Cidades - 5, VASCONCELOS, Lia (Coord.). Lisboa, 64 p. [em linha]. [consultado em 11 de Janeiro 2014]. Disponível em: <[http://politicade cidades.dgotdu.pt/docs\\_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie\\_politica\\_de\\_cidades-5.pdf](http://politicade cidades.dgotdu.pt/docs_ref/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/S%C3%A9rie%20Pol%C3%ADtica%20de%20Cidades/serie_politica_de_cidades-5.pdf)>
- DGOTDU (1996) - *Sistema Urbano Nacional: Cidades Médias e Dinâmicas Territoriais*. Lisboa: DGOTDU, 1/2. [em linha]. [consultado em 12 Janeiro de 2014]. Disponível em: <<http://www.dgotdu.pt/detail.aspx?channelID=DBDC599A-C5FA-47DB-A32E-D5EB84CD64CA&contentId=77EB008F-9170-4C30-864C-B16056DF4BFF>>
- DOMINGUES, Álvaro - (Sub)úrbios e (sub)urbanos. o mal-estar da periferia ou a mistificação dos conceitos? *Revista da Faculdade de Letras - Geografia*. 1995, (I) **X/XI**, 5-18.
- DOMINGUES, Álvaro - Formas e escalas da urbanização difusa. *Inforgeo*. 1999, **14**, 43-64.
- DOMINGUES, Álvaro (Coord.) (2006) – *Cidade e Democracia: 30 Anos de Transformação Urbanística em Portugal* (1.<sup>a</sup> edição). Lisboa: Argumentum Edições, 400 p.
- EEA (2006a) - *The changing faces of Europe's coastal areas*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 112 p.
- EEA (2006b) - *Urban sprawl in Europe: The ignored challenge*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 26 p.
- EPPINK, Florian V.; van der BERGH, Jeroen C. J. M.; RIETVELD, Piet - Modelling biodiversity and lands use: urban growth, agriculture and nature in a wetland area. *Ecological Economics*. 2004, **51**, 201-216.

- FONT, Antonio (2004) - *L'explosió de la ciutat: Transformacions territorials recents en les regions urbanes de l'Europa Meridional*. (1ª edição) Barcelona: Colegio de Arquitectos de Cataluña, 424 p.
- FREITAS, Ângela; MARQUES, Teresa Sá; SILVA, Filipe Batista - As preferências declaradas na construção de um modelo explicativo da escolha do local de habitação. 2010, Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia, 16 p.
- DE GROOT, Rudolf; BRANDER, Luke; VAN DER PLOEG, Sander; *et al.* - Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*. 2012, **1**, 50-61.
- HAASE, Dagmar; SCHWARZ, Nina - Simulation Models on Human-Nature Interactions in Urban Landscapes: A Review Including Spatial Economics, System Dynamics, Cellular Automata and Agent-based Approaches. *Living Reviews in Landscape Research*. 2009, **3**, 2.
- INDOVINA, Francesco (Coord.) (2007) - *La ciudad de baja densidad: Lógicas, gestión y contención*. Barcelona: Direcció de Comunicació de la Diputació de Barcelona, 540 p.
- IRWIN, Elena G.; GEOGHEGAN, Jacqueline - Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001, **85**(1-3), 7-24.
- IRWIN, Elena G.; JAYAPRAKASH, Ciriya; MUNROE, Darla K. - Towards a comprehensive framework for modeling urban spatial dynamics. *Landscape Ecology*. 2009, **24**, 1223-1236.
- JESSEL, Beate; JACOBS, Jörg - Land use scenario development and stakeholder involvement as tools for watershed management within Havel River Basin. *Limnologica*. 2005, **35**, 220-233.
- Ji, Wei; MA, Jia; TWIBELL, Rima Wahab; UNDERHILL, Karen - Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2006, **30**, 861-879.
- KOK, Kasper; VERBURG, Peter H.; VELDKAMP, Tom A. - Integrated Assessment of the land system: The future of land use. *Land Use Policy*. 2007, **24**, 517-510.
- LAMBIN, E. F.; ROUNSEVELL, M. D. A.; GEIST, H. J. - Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2000, **82**, 321-331.

- LARANJEIRA, C. M.; NADAIS, G. - Eichhornia crassipes control in the largest Portuguese natural freshwater lagoon. *EPPO Bulletin*, **38**, 487-495.
- LUZ, Frieder - Participatory landscape ecology - A basis for acceptance and implementation. *Landscape and Urban Planning*. 2000, **50**, 157-166.
- MARRA, Carlo A.; LYND, Larry D.; HARVARD, Stephanie S.; *et al.* - Agreement between aggregate and individual-level measures of income and education: a comparison across three patient groups. *BMC Health Services Research*. 2011, **11**, 69-69.
- MARQUES, Teresa Sá (2004) - *Portugal na Transição do Século: Retratos e Dinâmicas Territoriais*. (1ª edição) Porto: Edições Afrontamento, 466 p.
- MARQUES, Teresa Sá - Dinâmicas Territoriais e as Relações Urbano-Rurais. *Revista da Faculdade de Letras - Geografia*. 2003, **XIX**, 507-521.
- McCALL, Michael K.; DUNN, Christine E. - Geo-information tools for participatory spatial planning: Fulfilling the criteria for 'good' governance? *Geoforum*. 2012, **43**, 81-94.
- McCALL, Michael K.; MINANG, Peter A. - Assessing participatory GIS for community-based natural resource management: claiming community forests in Cameroon. *The Geographical Journal*. 2005, **4**(171), 340-356.
- MONCLÚS, Francisco Javier (1998) - *La ciudad dispersa, suburbanización y nuevas periferias*. (1ª edição) Barcelona: CCCB, 223 p.
- NELLO, Oriol (1998) - Los confines de la ciudad sin confines. Estructura urbana y limites administrativos en la ciudad difusa. In *La ciudad dispersa, suburbanización y nuevas periferias*. (1ª edição) Barcelona: CCCB, 223 p.
- OLIVEIRA, Carlos, NEVES João, GOMES, Marta (2007) - *Mobilidade na Cidade do Porto. Análise das deslocações em transporte individual*. Porto: Gabinete de Estudos e Planeamento CMP, 25 p.
- PARK, Joon - Land Rent Theory Revisited. *Science & Society*. 2014, **78** (1), 88-109
- PARKER, Dawn C. (2008) - *Class Web Site: Land-Use Modeling Techniques and Approaches*, [em linha]. [Consultado em 26 Abril 2014]. Disponível em: <[http://ggs.gmu.edu/AcademicPrograms/Syllabi/2010Fall/GGS531\\_001.pdf](http://ggs.gmu.edu/AcademicPrograms/Syllabi/2010Fall/GGS531_001.pdf)>
- PARKER, Dawn C.; MANSON, Steven M.; JANSSEN, Marco A.; *et al.* - Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-use and Land-Cover Change: A Review. *Annals of the Association of American Geographers*. 2003, **93**, 314-337.

- PARTIDÁRIO, Maria do Rosário (1999) - *Introdução ao Ordenamento do Território*. (5ª edição) Lisboa: Universidade Aberta, 229 p.
- PONTIUS, R. Gil; WALKER, Robert; YAO-KUMAH, Robert; *et al.* - Accuracy Assessment for a Simulation Model of Amazonian Deforestation. *Annals of the Association of American Geographers*. 2007, **97** (4), 677-695.
- PONTIUS, R. Gil; HUFFAKER, Diana; DENMAN, Kevin - Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological Modelling*. 2004, **179**, 445-461.
- PONTIUS, R. Gil; SUDMEYER, Beth (2004) - Components of Agreement between Categorical Maps at Multiple Resolutions. [em linha]. [consultado em 14 Fevereiro de 2014] Disponível em < [http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius\\_suedmeyer\\_2004\\_rsgisaa.pdf](http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius_suedmeyer_2004_rsgisaa.pdf)>
- PNPOT - Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território. Disponível em <<http://www.territorioportugal.pt/pnpot>>
- POELMANS, Lien; ROMPAEY, Anton Van; - Detecting and modelling spatial patterns of urban sprawl in highly fragmented areas; A case study in the Flanders-Brussels region. *Landscape and Urban Planning*. 2009, **93**, 10-19.
- POOYANDEH, Majeed; MARCEAU, Danielle J. - A spatial web/agent-based model to support stakeholders' negotiation regarding land development. *Journal of Environmental Management*. 2013, **129**, 309-323.
- PORTAS, Nuno; DOMINGUES, Álvaro; CABRAL, João (2011) - *Políticas urbanas II : transformações, regulação e projectos*. (1ª edição) Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 395 p.
- PORTAS, Nuno; DOMINGUES, Álvaro; CABRAL, João (2003) - *Políticas urbanas : tendências, estratégias e oportunidades*. (1ª edição) Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 295 p.
- PROT-C (2011) - Plano Regional de Ordenamento do Território da Região do Centro, Diagnóstico e Contributos para uma Visão Estratégica Territorializada da Região Centro. (versão para debate público, não aprovada) [em linha]. Coimbra: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. Disponível em: <[http://www.ccdrc.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=156&Itemid=129](http://www.ccdrc.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=129)>
- PROT-N (2009) – *Plano Regional de Ordenamento do Território da Região do Norte. Proposta de Plano* [em linha]. Porto: Comissão de Coordenação e

- Desenvolvimento Regional do Norte. 248 p. Disponível em <<http://consulta-prot-norte.inescporto.pt/plano-regional>>.
- REED, Mark S. - Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*. 2008, **141**, 2417-2431.
- ROEBELING P.C.; TEOTÓNIO, C.; ALVES H., *et al.* (2014) - Assessing the benefits from combined urban parks and retention basins using the SULD decision support tool: a case study for the city of Aveiro (Portugal). CITTA 7th Annual Conference, Outubro 2014, Porto, (aceite para publicação).
- ROEBELING, Peter C.; FLETCHER, C. S.; HILBERT, J. W.; *et al.* - Welfare gains from urbanizing landscapes in Great Barrier Reef Catchments? A spatial environmental-economic modeling approach. *Sustainable Development and Planning*. 2007, **III**, 737-749.
- RONFORT, C.; SOUCHÈRE, V.; MARTIN, P.; *et al.* - Methodology for land use change scenario assessment for runoff impacts: A case study in a north-western European Loess belt region (Pays de Caux, France). *Catena*. 2011, **86**, 36-48.
- SCHALDACH, Rüdiger; PRIESS, Jörg A. - Integrated Models of the Land System: A Review of Modelling Approaches on the Regional to Global Scale. *Living Reviews in Landscape Research*. 2008, **2**, 1.
- SHEPPARD, Stephen R.J. - Participatory decision support for sustainable forest management: a framework for planning with local communities at the landscape level in Canada. *Canadian Journal of Forest Research*. 2005, **35**, 1515-1526.
- SOHL, Terry L.; CLAGGETT, Peter R. - Clarity versus complexity: Land-use modeling as a practical tool for decision-makers. *Journal of Environmental Management*. 2013, **129**, 235-243.
- SOJA, Edward W. (2007) - *Postmetropolis: Critical Studies of Cities and Regions*. (4ª edição) Londres: Blackwell Publishing, 415 p.
- STERK, B.; van ITTERSUM, M. K.; LEEUWIS, C. - How, when, and for what reasons does land use modelling contribute to societal problem solving?. *Environmental Modelling & Software*. 2011, **26**, 310-316.
- SUDHIRA, H. S.; RAMACHANDRA, T. V.; JAGADISH, K. S. - Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2004, **5**, 29-39.
- SUTTON, Paul C. - A scale-adjusted measure of “Urban sprawl” using nighttime satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*. 2003, **86**, 353-369.

- TALEN, Emily - Bottom-Up GIS. *Journal of the American Planning Association*. 2000, **66**(3), 279-294.
- UE (2001) - Livro Branco sobre Governança. Disponível em <[http://europa.eu/legislation\\_summaries/institutional\\_affairs/decisionmaking\\_process/110109\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/decisionmaking_process/110109_pt.htm)>
- VASCONCELOS, Lia; CASER, Ursula; PEREIRA, Maria João Ramos; *et al.* - MARGOV - building social sustainability. *Journal of Coastal Conservation*. 2012, **16**, 523-530.
- VELDKAMP, A.; LAMBIN, E.F. - Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001, **85**, 1-6.
- VERBURG, Peter H.; KOK, Kasper; PONTIUS, Robert Gilmore; VELDKAMP, A. (2006) - Modeling Land-Use and Land-Cover Change. In *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. [em linha]. [consultado em 3 de Abril de 2014]. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/226269916\\_Modeling\\_Land-Use\\_and\\_Land-Cover\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/226269916_Modeling_Land-Use_and_Land-Cover_Change)>
- VERBURG, Peter H.; SCHOT, Paul P.; DIJST, Martin J.; *et al.* - Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal*. 2004, **61**, 309-324.
- WU, Junjie - Environmental amenities, urban sprawl, and community characteristics. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2006, **52**, 527-547.
- WU, Junjie; IRWIN, Elena - Human-Nature Interactions and the Spatial Pattern of Land Use. *Spatial Theory, And Econometrics In Environmental And Resource Economics Workshop*. Madison, 2003a.
- WU, Junjie; PLANTINGA, Andrew J. - The influence of public open space on urban spatial structure. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2003b, **46**, 288-309.



## **Anexos**





**Anexo 1 - Ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem nos estabelecimentos, segundo o nível de habilitações em Portugal em euros**

| Ano  | Nível de habilitações                 |                           |                           |                           |                   |             |              |
|------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|--------------|
|      | Inferior ao 1º ciclo do ensino básico | 1º ciclo do ensino básico | 2º ciclo do ensino básico | 3º ciclo do ensino básico | Ensino secundário | Bacharelato | Licenciatura |
| 2000 | 503,83                                | 564,55                    | 569,50                    | 737,40                    | 858,78            | 1 306,75    | 1 779,61     |
| 2001 | *                                     | *                         | *                         | *                         | *                 | *           | *            |
| 2002 | 560,20                                | 616,41                    | 621,93                    | 769,57                    | 944,76            | 1 517,53    | 1 896,47     |

\*sem dados oficiais

Fonte: Anuário Estatístico de Portugal 2006, INE

**Anexo 2 - Rendimento monetário líquido anual do agregado, em euros, segundo os quintis de rendimento total equivalente na Região Centro**

| Ano  | Total | 1º quintil | 2º quintil | 3º quintil | 4º quintil | Média 4 quintis | 5º quintil | Fonte              |
|------|-------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|--------------------|
| 2009 | 17203 | 7133       | 10977      | 14564      | 20660      | 13334           | 41619      | INE*               |
| 2008 | 16941 | 6754       | 10766      | 14584      | 20115      | 13055           | 41220      | <i>extrapolado</i> |
| 2007 | 16683 | 6396       | 10560      | 14604      | 19584      | 12786           | 40826      | <i>extrapolado</i> |
| 2006 | 16429 | 6056       | 10357      | 14624      | 19067      | 12526           | 40435      | <i>extrapolado</i> |
| 2005 | 16215 | 5845       | 10107      | 14645      | 18544      | 12285           | 39734      | INE**              |
| 2004 | 15968 | 5600       | 9961       | 14671      | 18147      | 12095           | 39117      | <i>extrapolado</i> |
| 2003 | 15275 | 5364       | 9818       | 14698      | 17759      | 11910           | 38509      | <i>extrapolado</i> |
| 2002 | 15485 | 5139       | 9677       | 14724      | 17379      | 11730           | 37911      | <i>extrapolado</i> |
| 2001 | 15429 | 4923       | 9537       | 14751      | 17007      | 11555           | 37322      | <i>extrapolado</i> |

\*Anuário Estatístico de Portugal, 2010

\*\* Anuário Estatístico de Portugal, 2012

Nota: extrapolações calculadas com base na taxa de crescimento entre os anos em que existiam fontes estatísticas oficiais (2005 e 2009)

Anexo 3 - Estrutura das despesas médias anuais dos agregados familiares segundo as classes da COICOP em 2000, na região Centro

| Classes de despesa (COICOP)            |   | €     | %     |
|--|---|-------|-------|
| Despesa total anual média por agregado |   | 12702 | 100,0 |
| 01                                     | Produtos alimentares e bebidas não alcoólicas   | 2352  | 18,5  |
| 02                                     | Bebidas alcoólicas, tabaco  | 286   | 2,3   |
| 03                                     | Vestuário e calçado   | 802   | 6,3   |
| 04                                     | Habitação; despesas com água, electricidade, gás e outros combustíveis                              | 2884  | 22,7  |
| 05                                     | Móveis, artigos de decoração, equipamento doméstico e despesas correntes de manutenção da habitação | 973   | 7,7   |
| 06                                     | Saúde   | 664   | 5,2   |
| 07                                     | Transportes   | 1988  | 15,6  |
| 08                                     | Comunicações  | 373   | 2,9   |
| 09                                     | Lazer, distração e cultura  | 563   | 4,4   |
| 10                                     | Ensino  | 104   | 0,8   |
| 11                                     | Hotéis, restaurantes, cafés e similares   | 1003  | 7,9   |
| 12                                     | Outros bens e serviços  | 711   | 5,6   |

Fonte: Inquérito às Despesas das Famílias 2000 - INE

Anexo 4 - Estrutura das despesas médias anuais dos agregados familiares segundo as classes da COICOP em 2006, na região Centro

| Classes de despesa COICOP              |   | €     | %     |
|--|---|-------|-------|
| Despesa total anual média por agregado |   | 15958 | 100,0 |
| 01                                     | Produtos alimentares e bebidas não alcoólicas   | 2576  | 16,1  |
| 02                                     | Bebidas alcoólicas tabaco e narcóticos / estupefacientes  | 324   | 2,0   |
| 03                                     | Vestuário e calçado   | 620   | 3,9   |
| 04                                     | Habitação; despesas com água electricidade gás e outros combustíveis                              | 4142  | 26,0  |
| 05                                     | Móveis artigos de decoração equipamento doméstico e despesas correntes de manutenção da habitação | 763   | 4,8   |
| 06                                     | Saúde   | 1001  | 6,3   |
| 07                                     | Transportes   | 2446  | 15,3  |
| 08                                     | Comunicações  | 479   | 3,0   |
| 09                                     | Lazer distração e cultura   | 766   | 4,8   |
| 10                                     | Ensino  | 178   | 1,1   |
| 11                                     | Hotéis restaurantes cafés e similares   | 1622  | 10,2  |
| 12                                     | Outros bens e serviços  | 1041  | 6,5   |

Fonte: Inquérito às Despesas das Famílias 2005/2006 - INE

**Anexo 5 - Total de despesas em habitação em percentagem do total das despesas dos agregados familiares segundo as classes da COICOP por quintis de rendimento equivalente em 2006, na região Centro**

| <b>Classes de despesa COICOP</b> |   | <b>1º<br/>quartil</b> | <b>2º<br/>quartil</b> | <b>3º<br/>quartil</b> | <b>4º<br/>quartil</b> | <b>Média 4 1ºs<br/>quintis</b> | <b>5º<br/>quartil</b> |
|----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 04                               | Habitação; despesas com água, electricidade, gás e outros combustíveis                              | 29,7                  | 27,3                  | 25,8                  | 26,7                  | 27,4                           | 23.1                  |
| 05                               | Móveis, artigos de decoração, equipamento doméstico e despesas correntes de manutenção da habitação | 3,9                   | 4,1                   | 4,5                   | 4,2                   | 4,2                            | 6.3                   |
| Total de Despesas em Habitação   |   | 33,6                  | 31,4                  | 30,3                  | 30,9                  | 31,6                           | 29,4                  |

Fonte: Inquérito às Despesas das Famílias 2005/2006 - INE

**Anexo 6 - Número de veículos por classe de velocidade medida na EN 109**

| <b>Ano</b> | <b>0 a 39<br/>Km/h</b> | <b>40 a 59<br/>km/h</b> | <b>60 a 79<br/>km/h</b> | <b>80 a 99<br/>km/h</b> | <b>100 a<br/>119 km/h</b> | <b>120 a<br/>139 km/h</b> | <b>140 a<br/>159 km/h</b> | <b>160 a<br/>179 km/h</b> |
|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 2005       | 126313                 | 236401                  | 1902315                 | 2282905                 | 1421704                   | 273221                    | 0                         | 0                         |
| 2006       | 129457                 | 236636                  | 1895959                 | 2289977                 | 1451435                   | 277187                    | 0                         | 0                         |
| 2007       | 129310                 | 237407                  | 1898871                 | 2270561                 | 1442329                   | 271244                    | 0                         | 0                         |
| 2008       | 119601                 | 220679                  | 1769615                 | 2124976                 | 1318895                   | 253155                    | 0                         | 0                         |
| Totais     | 504681                 | 931123                  | 7466760                 | 8968419                 | 5634363                   | 1074807                   | 0                         | 0                         |

Fonte: Sistema Integrado de Controlo e Informação de Tráfego, disponível em: <http://telematica.estradasdeportugal.pt>

**Anexo 7 - População residente e número de famílias nas Secções Estatísticas  
seleccionadas para a área de estudo à data dos Censos 2001**

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b>    | <b>Freguesia</b>    | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Águeda             | Aguada De Baixo     | 010102004         | 847               | 250             | 3.39                |
| Aveiro          | Águeda             | Águeda              | 010104014         | 423               | 137             | 3.09                |
| Aveiro          | Águeda             | Barrô               | 010105003         | 1187              | 360             | 3.30                |
| Aveiro          | Águeda             | Barrô               | 010105004         | 853               | 276             | 3.09                |
| Aveiro          | Águeda             | Espinhel            | 010108003         | 710               | 217             | 3.27                |
| Aveiro          | Águeda             | Espinhel            | 010108004         | 818               | 259             | 3.16                |
| Aveiro          | Águeda             | Espinhel            | 010108005         | 1271              | 413             | 3.08                |
| Aveiro          | Águeda             | Fermentelos         | 010109001         | 1131              | 367             | 3.08                |
| Aveiro          | Águeda             | Fermentelos         | 010109003         | 1078              | 357             | 3.02                |
| Aveiro          | Águeda             | Fermentelos         | 010109004         | 939               | 322             | 2.92                |
| Aveiro          | Águeda             | Lamas Do Vouga      | 010110002         | 760               | 235             | 3.23                |
| Aveiro          | Águeda             | Macinhata Do Vouga  | 010112002         | 888               | 297             | 2.99                |
| Aveiro          | Águeda             | Macinhata Do Vouga  | 010112004         | 907               | 321             | 2.83                |
| Aveiro          | Águeda             | Macinhata Do Vouga  | 010112005         | 880               | 288             | 3.06                |
| Aveiro          | Águeda             | Macinhata Do Vouga  | 010112006         | 906               | 310             | 2.92                |
| Aveiro          | Águeda             | Ois Da Ribeira      | 010113002         | 722               | 232             | 3.11                |
| Aveiro          | Águeda             | Recardães           | 010115003         | 826               | 270             | 3.06                |
| Aveiro          | Águeda             | Recardães           | 010115004         | 1243              | 389             | 3.20                |
| Aveiro          | Águeda             | Recardães           | 010115005         | 1252              | 399             | 3.14                |
| Aveiro          | Águeda             | Segadães            | 010116002         | 1205              | 373             | 3.23                |
| Aveiro          | Águeda             | Travassô            | 010117002         | 819               | 288             | 2.84                |
| Aveiro          | Águeda             | Travassô            | 010117003         | 908               | 306             | 2.97                |
| Aveiro          | Águeda             | Trofa               | 010118003         | 916               | 282             | 3.25                |
| Aveiro          | Águeda             | Trofa               | 010118004         | 489               | 161             | 3.04                |
| Aveiro          | Águeda             | Trofa               | 010118005         | 741               | 263             | 2.82                |
| Aveiro          | Águeda             | Trofa               | 010118006         | 534               | 177             | 3.02                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201003         | 954               | 307             | 3.11                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201004         | 846               | 294             | 2.88                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201007         | 1153              | 353             | 3.27                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201008         | 587               | 212             | 2.77                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201009         | 781               | 296             | 2.64                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201010         | 410               | 156             | 2.63                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201011         | 617               | 219             | 2.82                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201012         | 722               | 254             | 2.84                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201013         | 461               | 165             | 2.79                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Albergaria-A-Velha  | 010201014         | 890               | 312             | 2.85                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Alquerubim          | 010202002         | 832               | 271             | 3.07                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Alquerubim          | 010202003         | 619               | 213             | 2.91                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Alquerubim          | 010202004         | 939               | 302             | 3.11                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Angeja              | 010203001         | 710               | 241             | 2.95                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Angeja              | 010203002         | 956               | 307             | 3.11                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Angeja              | 010203003         | 654               | 249             | 2.63                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204001         | 675               | 214             | 3.15                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204005         | 961               | 318             | 3.02                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204007         | 817               | 266             | 3.07                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204008         | 819               | 246             | 3.33                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204009         | 581               | 185             | 3.14                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204010         | 803               | 270             | 2.97                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Branca              | 010204011         | 844               | 269             | 3.14                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Frossos             | 010205002         | 395               | 147             | 2.69                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Frossos             | 010205003         | 569               | 184             | 3.09                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Ribeira De Fraguas  | 010206003         | 941               | 325             | 2.90                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | S. João De Loure    | 010207002         | 843               | 275             | 3.07                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | S. João De Loure    | 010207003         | 773               | 242             | 3.19                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | S. João De Loure    | 010207004         | 536               | 177             | 3.03                |
| Aveiro          | Albergaria-a-Velha | Valmaior            | 010208005         | 982               | 334             | 2.94                |
| Aveiro          | Anadia             | Amoreira Da Gandara | 010301002         | 742               | 264             | 2.81                |
| Aveiro          | Anadia             | Amoreira Da Gandara | 010301003         | 637               | 230             | 2.77                |
| Aveiro          | Anadia             | Ancas               | 010302002         | 757               | 239             | 3.17                |

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b> | <b>Freguesia</b>      | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Anadia          | Sangalhos             | 010309001         | 1076              | 367             | 2.93                |
| Aveiro          | Anadia          | Sangalhos             | 010309002         | 812               | 276             | 2.94                |
| Aveiro          | Anadia          | Sangalhos             | 010309005         | 653               | 229             | 2.85                |
| Aveiro          | Anadia          | Sangalhos             | 010309006         | 825               | 262             | 3.15                |
| Aveiro          | Anadia          | Sangalhos             | 010309007         | 984               | 329             | 2.99                |
| Aveiro          | Anadia          | S. Lourenço Do Bairro | 010310004         | 314               | 109             | 2.88                |
| Aveiro          | Anadia          | S. Lourenço Do Bairro | 010310006         | 853               | 286             | 2.98                |
| Aveiro          | Anadia          | Vilarinho Do Bairro   | 010313007         | 798               | 269             | 2.97                |
| Aveiro          | Anadia          | Paredes Do Bairro     | 010314002         | 1092              | 380             | 2.87                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501002         | 827               | 342             | 2.42                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501003         | 774               | 280             | 2.76                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501004         | 823               | 274             | 3.00                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501005         | 694               | 245             | 2.83                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501006         | 840               | 285             | 2.95                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501007         | 914               | 300             | 3.05                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501008         | 939               | 311             | 3.02                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501010         | 190               | 62              | 3.06                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501011         | 548               | 205             | 2.67                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501012         | 222               | 95              | 2.34                |
| Aveiro          | Aveiro          | Aradas                | 010501013         | 857               | 293             | 2.92                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502001         | 895               | 293             | 3.05                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502002         | 1207              | 368             | 3.28                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502003         | 1051              | 324             | 3.24                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502004         | 593               | 199             | 2.98                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502005         | 776               | 247             | 3.14                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502006         | 986               | 315             | 3.13                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502008         | 823               | 270             | 3.05                |
| Aveiro          | Aveiro          | Cacia                 | 010502009         | 675               | 209             | 3.23                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eirol                 | 010503001         | 781               | 292             | 2.67                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eixo                  | 010504002         | 873               | 293             | 2.98                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eixo                  | 010504003         | 1109              | 332             | 3.34                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eixo                  | 010504004         | 807               | 268             | 3.01                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eixo                  | 010504005         | 1542              | 533             | 2.89                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eixo                  | 010504006         | 498               | 165             | 3.02                |
| Aveiro          | Aveiro          | Eixo                  | 010504007         | 424               | 135             | 3.14                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505001         | 851               | 339             | 2.51                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505002         | 986               | 359             | 2.75                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505004         | 801               | 285             | 2.81                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505005         | 769               | 297             | 2.59                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505006         | 862               | 319             | 2.70                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505008         | 1062              | 343             | 3.10                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505009         | 840               | 297             | 2.83                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505011         | 1215              | 372             | 3.27                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505012         | 1335              | 436             | 3.06                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505013         | 483               | 171             | 2.82                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505014         | 1026              | 386             | 2.66                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505015         | 298               | 108             | 2.76                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505016         | 800               | 258             | 3.10                |
| Aveiro          | Aveiro          | Esgueira              | 010505017         | 934               | 382             | 2.45                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506001         | 471               | 218             | 2.16                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506002         | 580               | 258             | 2.25                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506004         | 482               | 186             | 2.59                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506005         | 381               | 174             | 2.19                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506006         | 674               | 282             | 2.39                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506007         | 484               | 206             | 2.35                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506008         | 541               | 213             | 2.54                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506009         | 520               | 212             | 2.45                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506013         | 816               | 314             | 2.60                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506014         | 581               | 221             | 2.63                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506015         | 784               | 254             | 3.09                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506016         | 604               | 213             | 2.84                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506017         | 400               | 169             | 2.37                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                | 010506018         | 1577              | 547             | 2.88                |

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b> | <b>Freguesia</b>        | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                  | 010506019         | 681               | 274             | 2.49                |
| Aveiro          | Aveiro          | Glória                  | 010506020         | 341               | 132             | 2.58                |
| Aveiro          | Aveiro          | Nariz                   | 010507002         | 710               | 245             | 2.90                |
| Aveiro          | Aveiro          | Nariz                   | 010507003         | 757               | 243             | 3.12                |
| Aveiro          | Aveiro          | Oliveirinha             | 010508001         | 805               | 261             | 3.08                |
| Aveiro          | Aveiro          | Oliveirinha             | 010508002         | 770               | 225             | 3.42                |
| Aveiro          | Aveiro          | Oliveirinha             | 010508003         | 868               | 286             | 3.03                |
| Aveiro          | Aveiro          | Oliveirinha             | 010508004         | 544               | 185             | 2.94                |
| Aveiro          | Aveiro          | Oliveirinha             | 010508005         | 835               | 282             | 2.96                |
| Aveiro          | Aveiro          | Oliveirinha             | 010508007         | 958               | 316             | 3.03                |
| Aveiro          | Aveiro          | Requeixo                | 010509002         | 596               | 190             | 3.14                |
| Aveiro          | Aveiro          | Requeixo                | 010509003         | 602               | 203             | 2.97                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Bernardo             | 010510002         | 1043              | 369             | 2.83                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Bernardo             | 010510003         | 975               | 325             | 3.00                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Bernardo             | 010510005         | 530               | 179             | 2.96                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Bernardo             | 010510006         | 797               | 249             | 3.20                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Bernardo             | 010510007         | 734               | 236             | 3.11                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Jacinto              | 010511002         | 519               | 173             | 3.00                |
| Aveiro          | Aveiro          | S. Jacinto              | 010511003         | 497               | 156             | 3.19                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512001         | 363               | 171             | 2.12                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512002         | 441               | 191             | 2.31                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512003         | 471               | 212             | 2.22                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512004         | 336               | 149             | 2.26                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512005         | 559               | 222             | 2.52                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512006         | 479               | 205             | 2.34                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512007         | 449               | 202             | 2.22                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512011         | 375               | 169             | 2.22                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512013         | 510               | 221             | 2.31                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512014         | 267               | 115             | 2.32                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512015         | 786               | 330             | 2.38                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512016         | 435               | 178             | 2.44                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512017         | 699               | 319             | 2.19                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512018         | 385               | 148             | 2.60                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512019         | 402               | 181             | 2.22                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512020         | 1071              | 436             | 2.46                |
| Aveiro          | Aveiro          | Vera Cruz               | 010512021         | 624               | 247             | 2.53                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513002         | 1434              | 470             | 3.05                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513003         | 1277              | 395             | 3.23                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513004         | 789               | 276             | 2.86                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513007         | 698               | 238             | 2.93                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513008         | 628               | 217             | 2.89                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513009         | 968               | 282             | 3.43                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513010         | 623               | 227             | 2.74                |
| Aveiro          | Aveiro          | Santa Joana             | 010513011         | 1009              | 356             | 2.83                |
| Aveiro          | Aveiro          | Nossa Senhora De Fátima | 010514002         | 872               | 280             | 3.11                |
| Aveiro          | Aveiro          | Nossa Senhora De Fátima | 010514003         | 998               | 349             | 2.86                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801003         | 927               | 299             | 3.10                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801005         | 1549              | 456             | 3.40                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801006         | 820               | 247             | 3.32                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801007         | 753               | 231             | 3.26                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801008         | 860               | 250             | 3.44                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801009         | 704               | 213             | 3.31                |
| Aveiro          | Estarreja       | Avanca                  | 010801010         | 861               | 274             | 3.14                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802001         | 755               | 268             | 2.82                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802002         | 877               | 337             | 2.60                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802003         | 1221              | 394             | 3.10                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802004         | 735               | 265             | 2.77                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802005         | 695               | 234             | 2.97                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802006         | 662               | 242             | 2.74                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802010         | 1176              | 360             | 3.27                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802011         | 847               | 293             | 2.89                |
| Aveiro          | Estarreja       | Beduido                 | 010802012         | 826               | 260             | 3.18                |
| Aveiro          | Estarreja       | Canelas                 | 010803001         | 779               | 258             | 3.02                |

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b>      | <b>Freguesia</b>      | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Estarreja            | Canelas               | 010803003         | 707               | 224             | 3.16                |
| Aveiro          | Estarreja            | Fermelã               | 010804002         | 762               | 240             | 3.18                |
| Aveiro          | Estarreja            | Fermelã               | 010804003         | 720               | 247             | 2.91                |
| Aveiro          | Estarreja            | Pardilhó              | 010805001         | 680               | 223             | 3.05                |
| Aveiro          | Estarreja            | Pardilhó              | 010805002         | 808               | 286             | 2.83                |
| Aveiro          | Estarreja            | Pardilhó              | 010805003         | 669               | 223             | 3.00                |
| Aveiro          | Estarreja            | Pardilhó              | 010805006         | 991               | 305             | 3.25                |
| Aveiro          | Estarreja            | Pardilhó              | 010805007         | 1027              | 333             | 3.08                |
| Aveiro          | Estarreja            | Salreu                | 010806002         | 1074              | 351             | 3.06                |
| Aveiro          | Estarreja            | Salreu                | 010806003         | 931               | 319             | 2.92                |
| Aveiro          | Estarreja            | Salreu                | 010806005         | 465               | 167             | 2.78                |
| Aveiro          | Estarreja            | Salreu                | 010806006         | 595               | 205             | 2.90                |
| Aveiro          | Estarreja            | Salreu                | 010806007         | 514               | 167             | 3.08                |
| Aveiro          | Estarreja            | Salreu                | 010806008         | 574               | 199             | 2.88                |
| Aveiro          | Estarreja            | Veios                 | 010807002         | 614               | 200             | 3.07                |
| Aveiro          | Estarreja            | Veios                 | 010807003         | 713               | 219             | 3.26                |
| Aveiro          | Estarreja            | Veios                 | 010807004         | 1291              | 416             | 3.10                |
| Aveiro          | Santa Maria da Feira | Souto                 | 010928003         | 1083              | 333             | 3.25                |
| Aveiro          | Santa Maria da Feira | Souto                 | 010928008         | 1004              | 314             | 3.20                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Do Carmo      | 011001001         | 894               | 268             | 3.34                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Do Carmo      | 011001002         | 627               | 204             | 3.07                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002001         | 1060              | 330             | 3.21                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002002         | 1033              | 316             | 3.27                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002003         | 908               | 290             | 3.13                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002004         | 644               | 211             | 3.05                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002008         | 519               | 153             | 3.39                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002009         | 276               | 89              | 3.10                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002010         | 175               | 68              | 2.57                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002011         | 78                | 28              | 2.79                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002012         | 60                | 28              | 2.14                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Encarnação | 011002013         | 154               | 58              | 2.66                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003006         | 1437              | 491             | 2.93                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003007         | 1116              | 393             | 2.84                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003011         | 908               | 285             | 3.19                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003012         | 1453              | 453             | 3.21                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003014         | 202               | 89              | 2.27                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003015         | 290               | 123             | 2.36                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003016         | 588               | 191             | 3.08                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003017         | 866               | 270             | 3.21                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003018         | 651               | 225             | 2.89                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003019         | 688               | 242             | 2.84                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003020         | 785               | 254             | 3.09                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003021         | 910               | 288             | 3.16                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003022         | 146               | 59              | 2.47                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003023         | 178               | 68              | 2.62                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003024         | 184               | 74              | 2.49                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003025         | 160               | 66              | 2.42                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003026         | 986               | 322             | 3.06                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003027         | 500               | 167             | 2.99                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003028         | 650               | 215             | 3.02                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003029         | 894               | 316             | 2.83                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003030         | 146               | 63              | 2.32                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Gafanha Da Nazaré     | 011003031         | 283               | 122             | 2.32                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004002         | 568               | 178             | 3.19                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004003         | 898               | 330             | 2.72                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004004         | 887               | 323             | 2.75                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004005         | 907               | 319             | 2.84                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004006         | 567               | 191             | 2.97                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004007         | 652               | 213             | 3.06                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004008         | 669               | 275             | 2.43                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004009         | 836               | 292             | 2.86                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004010         | 1240              | 389             | 3.19                |
| Aveiro          | Ílhavo               | Ílhavo (S. Salvador)  | 011004011         | 1268              | 419             | 3.03                |



| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b>     | <b>Freguesia</b>     | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004012         | 845               | 318             | 2.66                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004013         | 293               | 107             | 2.74                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004014         | 438               | 175             | 2.50                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004015         | 897               | 311             | 2.88                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004016         | 411               | 150             | 2.74                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004017         | 836               | 293             | 2.85                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004018         | 748               | 251             | 2.98                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004019         | 426               | 149             | 2.86                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004020         | 808               | 283             | 2.86                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004021         | 910               | 311             | 2.93                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004022         | 851               | 269             | 3.16                |
| Aveiro          | Ílhavo              | Ílhavo (S. Salvador) | 011004023         | 805               | 275             | 2.93                |
| Aveiro          | Murtosa             | Bunheiro             | 011201003         | 562               | 175             | 3.21                |
| Aveiro          | Murtosa             | Bunheiro             | 011201005         | 740               | 223             | 3.32                |
| Aveiro          | Murtosa             | Bunheiro             | 011201006         | 802               | 249             | 3.22                |
| Aveiro          | Murtosa             | Bunheiro             | 011201007         | 603               | 212             | 2.84                |
| Aveiro          | Murtosa             | Monte                | 011202001         | 444               | 127             | 3.50                |
| Aveiro          | Murtosa             | Monte                | 011202003         | 268               | 93              | 2.88                |
| Aveiro          | Murtosa             | Monte                | 011202004         | 404               | 147             | 2.75                |
| Aveiro          | Murtosa             | Murtosa              | 011203001         | 536               | 185             | 2.90                |
| Aveiro          | Murtosa             | Murtosa              | 011203002         | 399               | 160             | 2.49                |
| Aveiro          | Murtosa             | Murtosa              | 011203003         | 622               | 190             | 3.27                |
| Aveiro          | Murtosa             | Murtosa              | 011203004         | 476               | 167             | 2.85                |
| Aveiro          | Murtosa             | Murtosa              | 011203005         | 489               | 190             | 2.57                |
| Aveiro          | Murtosa             | Murtosa              | 011203008         | 618               | 206             | 3.00                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204005         | 477               | 151             | 3.16                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204006         | 333               | 124             | 2.69                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204007         | 893               | 247             | 3.62                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204008         | 111               | 39              | 2.85                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204009         | 108               | 34              | 3.18                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204010         | 110               | 41              | 2.68                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204011         | 197               | 70              | 2.81                |
| Aveiro          | Murtosa             | Torreira             | 011204012         | 266               | 82              | 3.24                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Loureiro             | 011304003         | 802               | 244             | 3.29                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Loureiro             | 011304004         | 723               | 235             | 3.08                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Loureiro             | 011304005         | 982               | 287             | 3.42                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Loureiro             | 011304006         | 984               | 315             | 3.12                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Macinhata Da Seixa   | 011306002         | 1446              | 448             | 3.23                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Madail               | 011307002         | 884               | 305             | 2.90                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309004         | 850               | 288             | 2.95                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309007         | 662               | 246             | 2.69                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309012         | 916               | 308             | 2.97                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309013         | 913               | 272             | 3.36                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309014         | 691               | 229             | 3.02                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309015         | 1156              | 386             | 2.99                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309016         | 431               | 135             | 3.19                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309017         | 972               | 306             | 3.18                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309018         | 1129              | 389             | 2.90                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309019         | 337               | 138             | 2.44                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309020         | 343               | 130             | 2.64                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309021         | 543               | 180             | 3.02                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309022         | 414               | 141             | 2.94                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309023         | 1347              | 427             | 3.15                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Oliveira De Azeméis  | 011309024         | 464               | 146             | 3.18                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Palmaz               | 011311004         | 828               | 252             | 3.29                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Palmaz               | 011311005         | 768               | 249             | 3.08                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Pinheiro Da Bemposta | 011313004         | 415               | 135             | 3.07                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Pinheiro Da Bemposta | 011313005         | 752               | 242             | 3.11                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Pinheiro Da Bemposta | 011313006         | 530               | 167             | 3.17                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Pinheiro Da Bemposta | 011313007         | 875               | 257             | 3.40                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Pinheiro Da Bemposta | 011313008         | 1049              | 324             | 3.24                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Santiago De Riba-Ul  | 011314002         | 890               | 309             | 2.88                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Santiago De Riba-Ul  | 011314005         | 1009              | 330             | 3.06                |

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b>     | <b>Freguesia</b>       | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|---------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Santiago De Riba-UI    | 011314006         | 1012              | 355             | 2.85                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Santiago De Riba-UI    | 011314007         | 456               | 156             | 2.92                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Santiago De Riba-UI    | 011314008         | 759               | 244             | 3.11                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | S. Martinho Da Gândara | 011315003         | 1228              | 392             | 3.13                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | S. Martinho Da Gândara | 011315004         | 1061              | 315             | 3.37                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Travanca               | 011316001         | 993               | 290             | 3.42                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Travanca               | 011316002         | 785               | 250             | 3.14                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | UI                     | 011317001         | 847               | 267             | 3.17                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | UI                     | 011317002         | 1006              | 322             | 3.12                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | UI                     | 011317003         | 979               | 298             | 3.29                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | São Roque              | 011318003         | 781               | 246             | 3.17                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | São Roque              | 011318007         | 823               | 283             | 2.91                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | São Roque              | 011318008         | 734               | 245             | 3.00                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | São Roque              | 011318009         | 755               | 254             | 2.97                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | São Roque              | 011318010         | 1075              | 324             | 3.32                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319001         | 1409              | 432             | 3.26                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319004         | 1000              | 313             | 3.19                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319005         | 1453              | 479             | 3.03                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319006         | 1116              | 359             | 3.11                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319010         | 787               | 239             | 3.29                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319012         | 847               | 259             | 3.27                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319013         | 877               | 292             | 3.00                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319014         | 1148              | 381             | 3.01                |
| Aveiro          | Oliveira de Azeméis | Vila De Cucujães       | 011319015         | 709               | 227             | 3.12                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Bustos                 | 011401004         | 899               | 345             | 2.61                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Bustos                 | 011401005         | 930               | 340             | 2.74                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Bustos                 | 011401006         | 747               | 306             | 2.44                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Mamarrosa              | 011402001         | 746               | 250             | 2.98                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Mamarrosa              | 011402003         | 706               | 262             | 2.69                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oiã                    | 011403001         | 1385              | 447             | 3.10                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oiã                    | 011403002         | 1054              | 366             | 2.88                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oiã                    | 011403003         | 922               | 310             | 2.97                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oiã                    | 011403004         | 1036              | 363             | 2.85                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oiã                    | 011403007         | 1117              | 389             | 2.87                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oiã                    | 011403008         | 1198              | 377             | 3.18                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oliveira Do Bairro     | 011404001         | 1554              | 508             | 3.06                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oliveira Do Bairro     | 011404002         | 867               | 305             | 2.84                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oliveira Do Bairro     | 011404003         | 1364              | 438             | 3.11                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oliveira Do Bairro     | 011404004         | 878               | 293             | 3.00                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Oliveira Do Bairro     | 011404006         | 1068              | 352             | 3.03                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Palhaça                | 011405004         | 691               | 234             | 2.95                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Palhaça                | 011405005         | 985               | 313             | 3.15                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Palhaça                | 011405006         | 654               | 227             | 2.88                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Troviscal              | 011406004         | 818               | 283             | 2.89                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Troviscal              | 011406005         | 752               | 263             | 2.86                |
| Aveiro          | Oliveira do Bairro  | Troviscal              | 011406006         | 793               | 289             | 2.74                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505004         | 633               | 228             | 2.78                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505005         | 1164              | 337             | 3.45                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505006         | 849               | 276             | 3.08                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505009         | 996               | 337             | 2.96                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505010         | 629               | 232             | 2.71                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505011         | 1148              | 426             | 2.69                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505012         | 448               | 180             | 2.49                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505013         | 603               | 208             | 2.90                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505014         | 943               | 273             | 3.45                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505015         | 713               | 244             | 2.92                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505016         | 989               | 360             | 2.75                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505017         | 1043              | 324             | 3.22                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505018         | 651               | 216             | 3.01                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505019         | 1264              | 425             | 2.97                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505020         | 240               | 83              | 2.89                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505021         | 327               | 112             | 2.92                |
| Aveiro          | Ovar                | Ovar                   | 011505022         | 202               | 75              | 2.69                |

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b> | <b>Freguesia</b>           | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505023         | 237               | 89              | 2.66                |
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505024         | 381               | 146             | 2.61                |
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505025         | 590               | 211             | 2.80                |
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505026         | 448               | 137             | 3.27                |
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505027         | 1306              | 407             | 3.21                |
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505028         | 682               | 233             | 2.93                |
| Aveiro          | Ovar            | Ovar                       | 011505029         | 699               | 223             | 3.13                |
| Aveiro          | Ovar            | S. Vicente De Pereira Jusã | 011506004         | 856               | 262             | 3.27                |
| Aveiro          | Ovar            | S. Vicente De Pereira Jusã | 011506005         | 746               | 213             | 3.50                |
| Aveiro          | Ovar            | S. Vicente De Pereira Jusã | 011506006         | 798               | 215             | 3.71                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507001         | 710               | 197             | 3.60                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507003         | 495               | 158             | 3.13                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507005         | 591               | 186             | 3.18                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507006         | 413               | 138             | 2.99                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507007         | 483               | 162             | 2.98                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507008         | 459               | 141             | 3.26                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507009         | 542               | 172             | 3.15                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507010         | 447               | 131             | 3.41                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507011         | 685               | 198             | 3.46                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507012         | 750               | 234             | 3.21                |
| Aveiro          | Ovar            | Válega                     | 011507013         | 1167              | 357             | 3.27                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508001         | 808               | 260             | 3.11                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508002         | 594               | 191             | 3.11                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508003         | 1027              | 323             | 3.18                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508004         | 1184              | 385             | 3.08                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508005         | 770               | 258             | 2.98                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508007         | 913               | 287             | 3.18                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508009         | 591               | 177             | 3.34                |
| Aveiro          | Ovar            | S. João                    | 011508010         | 808               | 249             | 3.24                |
| Aveiro          | Vagos           | Calvão                     | 011801001         | 775               | 244             | 3.18                |
| Aveiro          | Vagos           | Calvão                     | 011801004         | 547               | 164             | 3.34                |
| Aveiro          | Vagos           | Calvão                     | 011801005         | 688               | 225             | 3.06                |
| Aveiro          | Vagos           | Fonte De Angeão            | 011803003         | 463               | 157             | 2.95                |
| Aveiro          | Vagos           | Fonte De Angeão            | 011803004         | 782               | 246             | 3.18                |
| Aveiro          | Vagos           | Gafanha Da Boa Hora        | 011804003         | 466               | 151             | 3.09                |
| Aveiro          | Vagos           | Gafanha Da Boa Hora        | 011804004         | 715               | 227             | 3.15                |
| Aveiro          | Vagos           | Gafanha Da Boa Hora        | 011804005         | 261               | 97              | 2.69                |
| Aveiro          | Vagos           | Gafanha Da Boa Hora        | 011804006         | 330               | 116             | 2.84                |
| Aveiro          | Vagos           | Gafanha Da Boa Hora        | 011804007         | 505               | 156             | 3.24                |
| Aveiro          | Vagos           | Ouca                       | 011805002         | 563               | 203             | 2.77                |
| Aveiro          | Vagos           | Ouca                       | 011805004         | 796               | 244             | 3.26                |
| Aveiro          | Vagos           | Ouca                       | 011805005         | 515               | 184             | 2.80                |
| Aveiro          | Vagos           | Ponte De Vagos             | 011806002         | 849               | 254             | 3.34                |
| Aveiro          | Vagos           | Ponte De Vagos             | 011806003         | 857               | 263             | 3.26                |
| Aveiro          | Vagos           | Sosa                       | 011807001         | 751               | 261             | 2.88                |
| Aveiro          | Vagos           | Sosa                       | 011807002         | 780               | 245             | 3.18                |
| Aveiro          | Vagos           | Sosa                       | 011807003         | 712               | 240             | 2.97                |
| Aveiro          | Vagos           | Sosa                       | 011807005         | 696               | 248             | 2.81                |
| Aveiro          | Vagos           | Vagos                      | 011808001         | 1002              | 342             | 2.93                |
| Aveiro          | Vagos           | Vagos                      | 011808002         | 743               | 273             | 2.72                |
| Aveiro          | Vagos           | Vagos                      | 011808003         | 1393              | 486             | 2.87                |
| Aveiro          | Vagos           | Vagos                      | 011808005         | 872               | 292             | 2.99                |
| Aveiro          | Vagos           | Santo António De Vagos     | 011809001         | 627               | 199             | 3.15                |
| Aveiro          | Vagos           | Santo António De Vagos     | 011809003         | 1146              | 355             | 3.23                |
| Aveiro          | Vagos           | Santo André De Vagos       | 011810003         | 227               | 79              | 2.87                |
| Aveiro          | Vagos           | Santo André De Vagos       | 011810004         | 655               | 203             | 3.23                |
| Aveiro          | Vagos           | Santo André De Vagos       | 011810005         | 1169              | 371             | 3.15                |
| Aveiro          | Vagos           | Santa Catarina             | 011811002         | 1073              | 325             | 3.30                |
| Coimbra         | Cantanhede      | Covões                     | 060206001         | 624               | 208             | 3.00                |
| Coimbra         | Cantanhede      | Covões                     | 060206004         | 750               | 255             | 2.94                |
| Coimbra         | Cantanhede      | Covões                     | 060206008         | 746               | 256             | 2.91                |
| Coimbra         | Mira            | Mira                       | 060801002         | 418               | 144             | 2.90                |
| Coimbra         | Mira            | Mira                       | 060801003         | 630               | 218             | 2.89                |

| <b>Distrito</b> | <b>Concelho</b> | <b>Freguesia</b> | <b>DTCCFRSEC0</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Res./Família</b> |
|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Coimbra         | Mira            | Seixo            | 060802001         | 719               | 265             | 2.71                |
| Coimbra         | Mira            | Seixo            | 060802002         | 620               | 213             | 2.91                |
| Coimbra         | Mira            | Praia De Mira    | 060804009         | 428               | 144             | 2.97                |
| <b>Totais</b>   | -               | -                | -                 | <b>332561</b>     | <b>111596</b>   | <b>2.98</b>         |

Fonte: Censos 2001, Censos 2011 - INE

#### Anexo 8 - Residentes, nº de Famílias e Dimensão média das famílias nos municípios da área de estudo

| <b>Município</b>    | <b>Residentes</b> |               | <b>Famílias</b> |               | <b>Dimensão média das famílias</b> |             |
|---------------------|-------------------|---------------|-----------------|---------------|------------------------------------|-------------|
|                     | <b>2001</b>       | <b>2011</b>   | <b>2001</b>     | <b>2011</b>   | <b>2001</b>                        | <b>2011</b> |
| Águeda              | 48564             | 47181         | 16050           | 17453         | 3,03                               | 2,70        |
| Albergaria-a-Velha  | 24383             | 24976         | 8196            | 9241          | 2,97                               | 2,70        |
| Aveiro              | 72420             | 77497         | 26525           | 31142         | 2,73                               | 2,49        |
| Estarreja           | 27757             | 26626         | 9127            | 9612          | 3,04                               | 2,77        |
| Ílhavo              | 36587             | 38118         | 12537           | 14597         | 2,92                               | 2,61        |
| Murtosa             | 9227              | 10423         | 3064            | 3837          | 3,01                               | 2,72        |
| Oliveira de Azeméis | 70086             | 68175         | 22719           | 24222         | 3,08                               | 2,81        |
| Oliveira do Bairro  | 20806             | 22684         | 7211            | 8433          | 2,89                               | 2,69        |
| Ovar                | 54495             | 54915         | 17503           | 19510         | 3,11                               | 2,81        |
| Vagos               | 21806             | 22515         | 7154            | 8242          | 3,05                               | 2,73        |
| <b>Totais</b>       | <b>386131</b>     | <b>393110</b> | <b>130086</b>   | <b>146289</b> | <b>2,98</b>                        | <b>2,70</b> |

Fonte: Censos 2001, Censos 2011 - INE

#### Anexo 9 - Demonstração da extrapolação dos valores de residentes, nº de famílias e dimensão média da família para o ano de 2006

| <b>10 Municípios</b> | <b>Residentes</b> |             |                       | <b>Famílias</b> |             |                       | <b>Dimensão média das famílias</b> |             |                       |
|----------------------|-------------------|-------------|-----------------------|-----------------|-------------|-----------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------|
|                      | <b>2001</b>       | <b>2011</b> | <b>taxa anual (%)</b> | <b>2001</b>     | <b>2011</b> | <b>taxa anual (%)</b> | <b>2001</b>                        | <b>2011</b> | <b>taxa anual (%)</b> |
| <b>Totais</b>        | 386131            | 393110      | 0,179                 | 130086          | 146289      | 1,181                 | 2,98                               | 2,70        | -0,982                |

Com base nas taxas anuais para os dez concelhos da área de estudo calcularam-se os valores de residentes e famílias para o ano de 2006 a partir dos valores das secções utilizadas do ano de 2001. A dimensão média da família é o quociente entre as duas. O grupo de rendimento inferior é igual a 4/5 do total de residentes, sendo os restantes pertencentes ao grupo de rendimento superior.

| <b>Área de Estudo (Ano 2006)</b> | <b>Residentes</b> | <b>Famílias</b> | <b>Dimensão média das famílias</b> | <b>Grupo rendimento inferior</b> | <b>Grupo de rendimento superior</b> |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Totais</b>                    | 335545            | 118150          | 2,84                               | 268436                           | 67109                               |

Anexo 10 - Descrição e valores dos Parâmetros utilizados no modelo *bid-rent* com amenidades ambientais

(a negrito parâmetros utilizados na calibração)

| Parâmetro    | Descrição  | Unidade             | Valor/Fórmula |
|--------------|--|---------------------|---------------|
| pop1         | Grupo de população de rendimento inferior  | habitantes          | 266045        |
| pop2         | Grupo de população de rendimento superior  | habitantes          | 66511         |
| hhsz         | Tamanho médio da família   | peçoas/família      | 2,98          |
| hh1          | Famílias do grupo de rendimento inferior   | famílias            | 89277         |
| hh2          | Famílias do grupo de rendimento superior   | famílias            | 22319         |
| w            | Custos de transporte   | €/km/ano            | 250           |
| g1           | Parâmetro de crescimento do grupo de rendimento inferior   | adimensional        | 0             |
| g2           | Parâmetro de crescimento do grupo de rendimento superior   | adimensional        | 2,23          |
| <b>BaseV</b> | <b>Utilidade base da família (grupo de rendimento inferior)</b>  | <b>unidades/ano</b> | <b>2420</b>   |
| BaseY        | Rendimento base da família (grupo de rendimento inferior)  | €/ano               | 11555         |
| <b>x(i)</b>  | <b>Distância aos centros urbanos e às áreas industriais na célula i</b>                                      | <b>km</b>           | <b>(1)</b>    |
| zz1(i)       | Distância à amenidade oceano e água na célula i  | km                  | (2)           |
| zz2(i)       | Distância à amenidade floresta na célula i   | km                  | (3)           |
| TC(j,i)      | Custos de transporte por tipo de ocupação do solo na célula i  | €/km/ano            | $x(i)*w$      |
| Y(j)         | Rendimento da família por tipo de ocupação do solo   | €/ano               | $(1+g)*BaseY$ |
| <b>alfa1</b> | <b>Parâmetro da função de utilidade para o grupo de rendimento inferior (percentagem gasta em habitação)</b> | <b>adimensional</b> | <b>0,293</b>  |
| <b>alfa2</b> | <b>Parâmetro da função de utilidade para o grupo de rendimento superior (percentagem gasta em habitação)</b> | <b>adimensional</b> | <b>0,275</b>  |

| Parâmetro | Descrição  | Unidade             | Valor/Fórmula  |
|-----------|--|---------------------|--|
| gamma1    | Parâmetro da função de distribuição da amenidade ambiental para o grupo de rendimento inferior     | adimensional        | 0,08   |
| gamma2    | Parâmetro da função de distribuição da amenidade ambiental para o grupo de rendimento superior     | adimensional        | 0,08   |
| pPh(j,i)  | Preço por unidade de residência por tipo de ocupação do solo na célula i                           | €/m²/ano            | $((\alpha^{\alpha}) * ((1-\alpha)^{(1-\alpha)}) * (E(i)^{\gamma}) * (y-TC(j,i))) / U)^{(1/\alpha)}$  |
| V(j,i)    | Nível de utilidade determinado exogeneamente por tipo de ocupação do solo na célula i              | unidades/ano        | $(1+g)*BaseV$  |
| pE1       | Valor ambiental máximo da amenidade oceano e água  | unidades/ano        | 10   |
| pE2       | Valor ambiental máximo da amenidade floresta   | unidades/ano        | 10   |
| E(i)      | Valor da amenidade ambiental na localização i  | unidades/ano        | $1+(pE1*(ee^{(-\text{etha} \times zz1)}))+(pE2*(ee^{(-\text{etha} \times zz2)}))$                    |
| ee        | Parâmetro do valor da amenidade  | adimensional        | 2,718281828  |
| etha      | Parâmetro da distribuição da amenidade   | adimensional        | 1  |
| Q(j,i)    | Quantidade de espaço residencial por família por tipo de ocupação do solo na célula i              | m²/ano              | $(\alpha*(Y(j)-TC(j,i)))/pPh$  |
| pZ        | Preço de uma unidade de outros gastos além da habitação  | €/unidade/ano       | 1  |
| Z(j,i)    | Custo de outros gastos além da habitação por tipo de ocupação do solo na célula i                  | €/ano               | $((1-\alpha)*(Y(j)-TC(j,i)))/pZ$   |
| beta      | <b>Razão entre o valor de construção da habitação e de não-habitação</b>                           | <b>adimensional</b> | <b>1,379</b>   |
| C0        | Parâmetro da função de custo de construção   | adimensional        | 0  |
| D(j,i)    | Densidade de desenvolvimento por tipo de ocupação do solo na célula i                              | m²/ano              | $((\text{beta}-1)^{(-1/\text{beta})}) * ((R(j,i)+c0)^{(1/\text{beta})})$                             |
| S(j,i)    | Custo total de material e mão de obra usado na construção por tipo de ocupação do solo na célula i | €                   | $c0+D(j,i)^{\text{beta}}$  |
| C(j,i)    | Custo total de desenvolvimento por tipo de ocupação do solo na célula i                            | €                   | $R(j,i)+S(j,i)$  |
| R(j,i)    | Renda do terreno por tipo de ocupação do solo na célula i  | €                   | $((K(j)*(E(i)^{\gamma})*(Y(j)-TC(j,i)))/U(j))^{(\text{beta}/(\alpha \times (\text{beta}-1)))} - c0)$ |
| M         | Parâmetro na função de valor ou renda do terreno   | adimensional        | $((\text{beta}-1)^{((\text{beta}-1)/\text{beta})})/\text{beta}$                                      |

| Parâmetro      | Descrição   | Unidade                  | Valor/Fórmula   |
|----------------|---|--------------------------|---|
| K(j)           | Parâmetro na função de valor ou renda do terreno por tipo de ocupação do solo                           | adimensional             | $((M^{\alpha})^{\alpha}) * ((1-\alpha)^{(1-\alpha)})$           |
| PHI(j,i)       | Lucro proveniente do desenvolvimento (construção de habitação) por tipo de ocupação do solo na célula i | €                        | $pPh(j,i) * D(j,i) - C(j,i)$                                    |
| pRAgr(i)       | Rendimento (ou custo de oportunidade) do solo agrícola na célula i                                      | €/ha/ano                 | 529,9   |
| n(j,i)         | Densidade das famílias por tipo de ocupação do solo na célula i   | famílias/km <sup>2</sup> | $D(j,i) / Q(j,i)$   |
| random(i)      | Adição aleatória a cada célula  | adimensional             | aleatório   |
| NetBudget(j,i) | Limitação do orçamento familiar por tipo de ocupação do solo na célula i                                | €                        | $Y(j) - Q(j,i) * pPh(j,i) - TC(j,i) - Z(j,i)$                   |
| SA(j,i)        | Anuidade de custos de construção por tipo de ocupação do solo na célula i                               | €                        | $S(j,i) * (0,05 / (1 - ((1+0,05)^{-30})))$                      |
| U(j,i)         | Utilidade total por tipo de ocupação do solo na célula i  | adimensional             | $(S(j,i)^{\alpha}) * (Z(j,i)^{(1-\alpha)}) * (E(j,i)^{\gamma})$ |

(j) - representa o tipo de ocupação do solo: urbano do grupo de rendimento inferior; urbano do grupo de rendimento superior; e agrícola

(i) - representa as células da área de estudo passíveis de serem ocupadas por área urbana

(1) - calculado individualmente para cada célula: distância ao centro urbano ou Área Industrial mais próxima usando a razão de velocidade entre estrada e não estrada igual a 1/6

(2) - calculado individualmente para cada célula: distância ao ponto mais próximo da amenidade ambiental oceano e água

(3) - calculado individualmente para cada célula: distância ao ponto mais próximo da amenidade ambiental floresta

Nota - os valores dos parâmetros determinados por expressão matemática (com exceção de E(i) e M) são calculados para o grupo de rendimento superior e inferior separadamente, usando os respectivos parâmetros correspondentes para cada grupo (valor é sempre zero para a ocupação agrícola do solo)

**Anexo 11 - Correspondência das classes Corine Land Cover com as classes utilizadas no modelo**

| <b>Classes Corine Land Cover 2000</b>        |   |   | <b>Classes no Modelo</b> |
|--|---|---|--------------------------|
| <b>Nível 1</b>                               | <b>Nível 2</b>  | <b>Nível 3</b>  |                          |
| 1 Territórios artificializados               | 11 Tecido urbano  | 111 Tecido urbano contínuo  | Urbano                   |
|  |   | 112 Tecido urbano descontínuo   | Urbano                   |
|  | 12 Indústria, comércio e transportes  | 121 Indústria, comércio e equipamentos gerais                             | Indústria                |
|  |   | 122 Redes viárias e ferroviárias e espaços associados                     | *                        |
|  |   | 123 Áreas portuárias  | Indústria                |
|  |   | 124 Aeroportos e aeródromos   | Indústria                |
|  | 13 Áreas de extracção de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção   | 131 Áreas de extracção de inertes   | Indústria                |
|  |   | 132 Áreas de deposição de resíduos  | Indústria                |
|  |   | 133 Áreas em construção   | Indústria                |
|  | 14 Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas | 141 Espaços verdes urbanos  | *                        |
|  |   | 142 Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas     | Urbano                   |
| 2 Áreas agrícolas e agro-florestais          | 21 Culturas temporárias   | 211 Culturas temporárias de sequeiro                                      | Agrícola                 |
|  |   | 212 Culturas temporárias de regadio                                       | Agrícola                 |
|  |   | 213 Arrozais  | Agrícola                 |
|  | 22 Culturas permanentes   | 221 Vinhas  | Agrícola                 |
|  |   | 222 Pomares   | *                        |
|  |   | 223 Olivais   | *                        |
|  | 23 Pastagens permanentes  | 231 Pastagens permanentes   | Agrícola                 |
|  | 24 Áreas agrícolas heterogêneas   | 241 Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes | Agrícola                 |
|  |   | 242 Sistemas culturais e parcelares complexos                             | Agrícola                 |
|  |   | 243 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais                      | Agrícola                 |
|  |   | 244 Sistemas agro-florestais  | *                        |
| 3 Florestas e meios naturais e semi-naturais | 31 Florestas  | 311 Florestas de folhosas   | Floresta                 |
|  |   | 312 Florestas de resinosas  | Floresta                 |
|  |   | 313 Florestas mistas  | Floresta                 |
|  | 32 Florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea  | 321 Vegetação herbácea natural  | Floresta                 |
|  |   | 322 Matos   | Floresta                 |
|  |   | 323 Vegetação esclerófila   | *                        |
|  |   | 324 Florestas abertas, cortes e novas plantações                          | Floresta                 |
|  | 33 Zonas descobertas e com pouca vegetação  | 331 Praias, dunas e areais  | Floresta                 |
|  |   | 332 Rocha nua   | *                        |
|  |   | 333 Vegetação esparsa   | *                        |
|  |   | 334 Áreas ardidas   | *                        |
|  |   | 335 Neves eternas e glaciares   | *                        |
| 4 Zonas húmidas                              | 41 Zonas húmidas interiores   | 411 Paúis   | Água                     |
|  |   | 412 Turfeiras   | *                        |



| Classes Corine Land Cover |                               |                                   | Classes no Modelo |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Nível 1                   | Nível 2                       | Nível 3                           |                   |
| 4 Zonas húmidas           | 42 Zonas húmidas litorais     | 421 Sapais                        | Água              |
|                           |                               | 422 Salinas e aquicultura litoral | Água              |
|                           |                               | 423 Zonas entre-marés             | *                 |
| 5 Corpos de água          | 51 Águas interiores           | 511 Cursos de água                | Água              |
|                           |                               | 512 Planos de água                | Água              |
|                           | 52 Águas marinhas e costeiras | 521 Lagoas costeiras              | Água              |
|                           |                               | 522 Desembocaduras fluviais       | *                 |
|                           |                               |                                   | Água              |

\*classe CLC ausente na área de estudo

## Anexo 12 - Correspondência das classes CLC com as diferentes amenidades ambientais

| Amenidade Ambiental | Classes Corine Land Cover (nível 3)              |
|---------------------|--|
| Floresta            | 311 Florestas de folhosas                        |
|                     | 312 Florestas de resinosas                       |
|                     | 313 Florestas mistas                             |
|                     | 321 Vegetação herbácea natural                   |
|                     | 322 Matos  |
|                     | 324 Florestas abertas, cortes e novas plantações |
|                     | 331 Praias, dunas e areais                       |
| Oceano              | 523 Oceano                                       |
| Água                | 411 Paúis  |
|                     | 421 Sapais                                       |
|                     | 422 Salinas e aquicultura litoral                |
|                     | 511 Cursos de água                               |
|                     | 512 Planos de água                               |
|                     | 521 Lagoas costeiras                             |

Anexo 13 - Corridas efectuadas com os valores de parâmetros usados e valores de acordo/desacordo com o mapa de referência

Primeira série de corridas

| Corrida | Valores dos Parâmetros |        |       |               | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|---------|------------------------|--------|-------|---------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|         | x(i)                   | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| 1       | 1/3                    | 2450   | 1,385 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,082 | 0,094 | 0,251 | 0,074 | 0,325           | 0,675        | 495                       |
| 2       | 1/3                    | 2450   | 1,385 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,062 | 0,107 | 0,217 | 0,115 | 0,332           | 0,668        | 770                       |
| 3       | 1/3                    | 2450   | 1,385 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,021 | 0,099 | 0,182 | 0,198 | 0,380           | 0,620        | 1325                      |
| 4       | 1/3                    | 2450   | 1,380 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,093 | 0,107 | 0,250 | 0,051 | 0,300           | 0,700        | 338                       |
| 5       | 1/3                    | 2450   | 1,380 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,116 | 0,101 | 0,281 | 0,002 | 0,283           | 0,717        | 13                        |
| 6       | 1/3                    | 2450   | 1,380 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,063 | 0,107 | 0,218 | 0,112 | 0,330           | 0,670        | 749                       |
| 7       | 1/3                    | 2450   | 1,390 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,020 | 0,099 | 0,181 | 0,201 | 0,381           | 0,619        | 1342                      |
| 8       | 1/3                    | 2450   | 1,390 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,061 | 0,106 | 0,216 | 0,117 | 0,333           | 0,667        | 780                       |
| 9       | 1/3                    | 2450   | 1,390 | 0,298 e 0,280 | 0,47                            | 0,000 | 0,100 | 0,122 | 0,312 | 0,434           | 0,566        | 2087                      |
| 10      | 1/3                    | 2425   | 1,385 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,094 | 0,106 | 0,251 | 0,049 | 0,300           | 0,700        | 326                       |
| 11      | 1/3                    | 2425   | 1,385 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,117 | 0,101 | 0,281 | 0,001 | 0,283           | 0,717        | 8                         |
| 12      | 1/3                    | 2425   | 1,385 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,064 | 0,107 | 0,220 | 0,109 | 0,329           | 0,671        | 732                       |
| 13      | 1/3                    | 2425   | 1,380 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,118 | 0,100 | 0,281 | 0,001 | 0,282           | 0,718        | -5                        |
| 14      | 1/3                    | 2425   | 1,380 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,137 | 0,098 | 0,226 | 0,040 | 0,266           | 0,734        | -265                      |
| 15      | 1/3                    | 2425   | 1,380 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,095 | 0,106 | 0,253 | 0,046 | 0,299           | 0,701        | 308                       |
| 16      | 1/3                    | 2425   | 1,390 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,063 | 0,107 | 0,218 | 0,111 | 0,330           | 0,670        | 745                       |
| 17      | 1/3                    | 2425   | 1,390 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,093 | 0,107 | 0,250 | 0,050 | 0,300           | 0,700        | 334                       |
| 18      | 1/3                    | 2425   | 1,390 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,024 | 0,100 | 0,184 | 0,192 | 0,376           | 0,624        | 1287                      |
| 19      | 1/3                    | 2475   | 1,385 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,017 | 0,099 | 0,177 | 0,207 | 0,384           | 0,616        | 1381                      |
| 20      | 1/3                    | 2475   | 1,385 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,059 | 0,107 | 0,214 | 0,121 | 0,334           | 0,666        | 807                       |
| 21      | 1/3                    | 2475   | 1,385 | 0,298 e 0,280 | 0,46                            | 0,000 | 0,100 | 0,117 | 0,322 | 0,439           | 0,561        | 2154                      |
| 22      | 1/3                    | 2475   | 1,380 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,060 | 0,106 | 0,216 | 0,118 | 0,333           | 0,667        | 787                       |
| 23      | 1/3                    | 2475   | 1,380 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,091 | 0,107 | 0,248 | 0,054 | 0,302           | 0,698        | 364                       |
| 24      | 1/3                    | 2475   | 1,380 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,019 | 0,098 | 0,180 | 0,203 | 0,383           | 0,618        | 1354                      |
| 25      | 1/3                    | 2475   | 1,390 | 0,296 e 0,278 | 0,46                            | 0,000 | 0,100 | 0,115 | 0,325 | 0,440           | 0,560        | 2174                      |
| 26      | 1/3                    | 2475   | 1,390 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,017 | 0,099 | 0,177 | 0,208 | 0,385           | 0,615        | 1390                      |
| 27      | 1/3                    | 2475   | 1,390 | 0,298 e 0,280 | 0,38                            | 0,000 | 0,069 | 0,060 | 0,491 | 0,551           | 0,449        | 3284                      |
| 28      | 1/6                    | 2450   | 1,385 | 0,296 e 0,278 | 0,47                            | 0,000 | 0,111 | 0,119 | 0,296 | 0,415           | 0,586        | 1976                      |
| 29      | 1/6                    | 2450   | 1,385 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,031 | 0,120 | 0,171 | 0,177 | 0,349           | 0,651        | 1186                      |
| 30      | 1/6                    | 2450   | 1,385 | 0,298 e 0,280 | 0,39                            | 0,000 | 0,078 | 0,063 | 0,469 | 0,532           | 0,468        | 3139                      |
| 31      | 1/6                    | 2450   | 1,380 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,033 | 0,120 | 0,173 | 0,174 | 0,347           | 0,654        | 1164                      |
| 32      | 1/6                    | 2450   | 1,380 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,074 | 0,116 | 0,221 | 0,089 | 0,310           | 0,690        | 594                       |
| 33      | 1/6                    | 2450   | 1,380 | 0,298 e 0,280 | 0,48                            | 0,000 | 0,112 | 0,121 | 0,290 | 0,411           | 0,589        | 1939                      |
| 34      | 1/6                    | 2450   | 1,390 | 0,296 e 0,278 | 0,39                            | 0,000 | 0,077 | 0,061 | 0,474 | 0,535           | 0,465        | 3170                      |
| 35      | 1/6                    | 2450   | 1,390 | 0,294 e 0,276 | 0,47                            | 0,000 | 0,111 | 0,118 | 0,298 | 0,416           | 0,584        | 1990                      |
| 36      | 1/6                    | 2450   | 1,390 | 0,298 e 0,280 | *                               | *     | *     | *     | *     | *               | *            | *                         |
| 37      | 1/6                    | 2425   | 1,385 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,036 | 0,120 | 0,176 | 0,168 | 0,345           | 0,655        | 1125                      |

| Corrida      | Valores dos Parâmetros |        |       |               | Componentes de Acordo/Desacordo |              |              |              |              | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|--------------|------------------------|--------|-------|---------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------------|
|              | x(i)                   | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 | (1)                             | (2)          | (3)          | (4)          | (5)          |                 |              |                           |
| 38           | 1/6                    | 2425   | 1,385 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,076        | 0,115        | 0,224        | 0,085        | 0,309           | 0,691        | 569                       |
| 39           | 1/6                    | 2425   | 1,385 | 0,298 e 0,280 | 0,48                            | 0,000        | 0,113        | 0,125        | 0,281        | 0,405           | 0,595        | 1876                      |
| 40           | 1/6                    | 2425   | 1,380 | 0,296 e 0,278 | 0,50                            | 0,077        | 0,114        | 0,226        | 0,083        | 0,308           | 0,692        | 552                       |
| 41           | 1/6                    | 2425   | 1,380 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,107        | 0,114        | 0,258        | 0,022        | 0,280           | 0,720        | 146                       |
| 42           | 1/6                    | 2425   | 1,380 | 0,298 e 0,280 | 0,50                            | 0,038        | 0,120        | 0,179        | 0,164        | 0,343           | 0,657        | 1098                      |
| 43           | 1/6                    | 2425   | 1,390 | 0,296 e 0,278 | 0,48                            | 0,000        | 0,113        | 0,124        | 0,284        | 0,407           | 0,593        | 1896                      |
| 44           | 1/6                    | 2425   | 1,390 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,035        | 0,119        | 0,176        | 0,170        | 0,346           | 0,654        | 1136                      |
| 45           | 1/6                    | 2425   | 1,390 | 0,298 e 0,280 | 0,40                            | 0,000        | 0,085        | 0,067        | 0,448        | 0,515           | 0,485        | 2994                      |
| 46           | 1/6                    | 2475   | 1,385 | 0,296 e 0,278 | 0,38                            | 0,000        | 0,070        | 0,057        | 0,496        | 0,553           | 0,448        | 3315                      |
| 47           | 1/6                    | 2475   | 1,385 | 0,294 e 0,276 | 0,47                            | 0,000        | 0,108        | 0,115        | 0,310        | 0,425           | 0,575        | 2075                      |
| 48           | 1/6                    | 2475   | 1,385 | 0,298 e 0,280 | *                               | *            | *            | *            | *            | *               | *            | *                         |
| 49           | 1/6                    | 2475   | 1,380 | 0,296 e 0,278 | 0,47                            | 0,000        | 0,109        | 0,116        | 0,305        | 0,422           | 0,578        | 2045                      |
| 50           | 1/6                    | 2475   | 1,380 | 0,294 e 0,276 | 0,50                            | 0,028        | 0,120        | 0,167        | 0,182        | 0,351           | 0,650        | 1222                      |
| 51           | 1/6                    | 2475   | 1,380 | 0,298 e 0,280 | 0,38                            | 0,000        | 0,071        | 0,059        | 0,487        | 0,547           | 0,453        | 3260                      |
| 52           | 1/6                    | 2475   | 1,390 | 0,296 e 0,278 | *                               | *            | *            | *            | *            | *               | *            | *                         |
| 53           | 1/6                    | 2475   | 1,390 | 0,294 e 0,276 | 0,38                            | 0,000        | 0,070        | 0,055        | 0,497        | 0,554           | 0,446        | 3329                      |
| 54           | 1/6                    | 2475   | 1,390 | 0,298 e 0,280 | *                               | *            | *            | *            | *            | *               | *            | *                         |
| <b>Média</b> |                        |        |       |               | <b>0,48</b>                     | <b>0,137</b> | <b>0,103</b> | <b>0,175</b> | <b>0,202</b> | <b>0,377</b>    | <b>0,623</b> | <b>1337</b>               |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

\* sem valores, corrida inviável

Anexo 14 - Corridas efectuadas com os valores de parâmetros usados e valores de acordo/desacordo com o mapa de referência ordenadas pelo valor dos parâmetros

Primeira série de corridas

| Corrida | Valores normalizados |        |      |               |       | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|---------|----------------------|--------|------|---------------|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|         | x(i)                 | Base V | Beta | alfa1 e alfa2 | Total | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| 14      | 1                    | 1      | 1    | 1             | 4     | 0,50                            | 0,137 | 0,098 | 0,226 | 0,040 | 0,266           | 0,734        | -265                      |
| 11      | 1                    | 1      | 2    | 1             | 5     | 0,50                            | 0,117 | 0,101 | 0,281 | 0,001 | 0,283           | 0,717        | 8                         |
| 5       | 1                    | 2      | 1    | 1             | 5     | 0,50                            | 0,116 | 0,101 | 0,281 | 0,002 | 0,283           | 0,717        | 13                        |
| 13      | 1                    | 1      | 1    | 2             | 5     | 0,50                            | 0,118 | 0,100 | 0,281 | 0,001 | 0,282           | 0,718        | -5                        |
| 17      | 1                    | 1      | 3    | 1             | 6     | 0,50                            | 0,093 | 0,107 | 0,250 | 0,050 | 0,300           | 0,700        | 334                       |
| 2       | 1                    | 2      | 2    | 1             | 6     | 0,50                            | 0,062 | 0,107 | 0,217 | 0,115 | 0,332           | 0,668        | 770                       |
| 23      | 1                    | 3      | 1    | 1             | 6     | 0,50                            | 0,091 | 0,107 | 0,248 | 0,054 | 0,302           | 0,698        | 364                       |
| 41      | 3                    | 1      | 1    | 1             | 6     | 0,50                            | 0,107 | 0,114 | 0,258 | 0,022 | 0,280           | 0,720        | 146                       |
| 10      | 1                    | 1      | 2    | 2             | 6     | 0,50                            | 0,094 | 0,106 | 0,251 | 0,049 | 0,300           | 0,700        | 326                       |
| 4       | 1                    | 2      | 1    | 2             | 6     | 0,50                            | 0,093 | 0,107 | 0,250 | 0,051 | 0,300           | 0,700        | 338                       |
| 15      | 1                    | 1      | 1    | 3             | 6     | 0,50                            | 0,095 | 0,106 | 0,253 | 0,046 | 0,299           | 0,701        | 308                       |
| 8       | 1                    | 2      | 3    | 1             | 7     | 0,50                            | 0,061 | 0,106 | 0,216 | 0,117 | 0,333           | 0,667        | 780                       |
| 20      | 1                    | 3      | 2    | 1             | 7     | 0,50                            | 0,059 | 0,107 | 0,214 | 0,121 | 0,334           | 0,666        | 807                       |
| 38      | 3                    | 1      | 2    | 1             | 7     | 0,50                            | 0,076 | 0,115 | 0,224 | 0,085 | 0,309           | 0,691        | 569                       |
| 32      | 3                    | 2      | 1    | 1             | 7     | 0,50                            | 0,074 | 0,116 | 0,221 | 0,089 | 0,310           | 0,690        | 594                       |
| 16      | 1                    | 1      | 3    | 2             | 7     | 0,50                            | 0,063 | 0,107 | 0,218 | 0,111 | 0,330           | 0,670        | 745                       |
| 1       | 1                    | 2      | 2    | 2             | 7     | 0,50                            | 0,082 | 0,094 | 0,251 | 0,074 | 0,325           | 0,675        | 495                       |
| 22      | 1                    | 3      | 1    | 2             | 7     | 0,50                            | 0,060 | 0,106 | 0,216 | 0,118 | 0,333           | 0,667        | 787                       |
| 40      | 3                    | 1      | 1    | 2             | 7     | 0,50                            | 0,077 | 0,114 | 0,226 | 0,083 | 0,308           | 0,692        | 552                       |
| 12      | 1                    | 1      | 2    | 3             | 7     | 0,50                            | 0,064 | 0,107 | 0,220 | 0,109 | 0,329           | 0,671        | 732                       |
| 6       | 1                    | 2      | 1    | 3             | 7     | 0,50                            | 0,063 | 0,107 | 0,218 | 0,112 | 0,330           | 0,670        | 749                       |
| 26      | 1                    | 3      | 3    | 1             | 8     | 0,50                            | 0,017 | 0,099 | 0,177 | 0,208 | 0,385           | 0,615        | 1390                      |
| 44      | 3                    | 1      | 3    | 1             | 8     | 0,50                            | 0,035 | 0,119 | 0,176 | 0,170 | 0,346           | 0,654        | 1136                      |
| 29      | 3                    | 2      | 2    | 1             | 8     | 0,50                            | 0,031 | 0,120 | 0,171 | 0,177 | 0,349           | 0,651        | 1186                      |
| 50      | 3                    | 3      | 1    | 1             | 8     | 0,50                            | 0,029 | 0,121 | 0,168 | 0,183 | 0,351           | 0,650        | 1222                      |
| 7       | 1                    | 2      | 3    | 2             | 8     | 0,50                            | 0,020 | 0,099 | 0,181 | 0,201 | 0,381           | 0,619        | 1342                      |
| 19      | 1                    | 3      | 2    | 2             | 8     | 0,50                            | 0,017 | 0,099 | 0,177 | 0,207 | 0,384           | 0,616        | 1381                      |
| 37      | 3                    | 1      | 2    | 2             | 8     | 0,50                            | 0,036 | 0,120 | 0,176 | 0,168 | 0,345           | 0,655        | 1125                      |
| 31      | 3                    | 2      | 1    | 2             | 8     | 0,50                            | 0,033 | 0,120 | 0,173 | 0,174 | 0,347           | 0,654        | 1164                      |
| 18      | 1                    | 1      | 3    | 3             | 8     | 0,50                            | 0,024 | 0,100 | 0,184 | 0,192 | 0,376           | 0,624        | 1287                      |
| 3       | 1                    | 2      | 2    | 3             | 8     | 0,50                            | 0,021 | 0,099 | 0,182 | 0,198 | 0,380           | 0,620        | 1325                      |
| 24      | 1                    | 3      | 1    | 3             | 8     | 0,50                            | 0,019 | 0,098 | 0,180 | 0,203 | 0,383           | 0,618        | 1354                      |
| 42      | 3                    | 1      | 1    | 3             | 8     | 0,50                            | 0,038 | 0,120 | 0,179 | 0,164 | 0,343           | 0,657        | 1098                      |
| 35      | 3                    | 2      | 3    | 1             | 9     | 0,47                            | 0,000 | 0,111 | 0,118 | 0,298 | 0,416           | 0,584        | 1990                      |
| 47      | 3                    | 3      | 2    | 1             | 9     | 0,47                            | 0,000 | 0,108 | 0,115 | 0,310 | 0,425           | 0,575        | 2075                      |
| 25      | 1                    | 3      | 3    | 2             | 9     | 0,46                            | 0,000 | 0,100 | 0,115 | 0,325 | 0,440           | 0,560        | 2174                      |
| 43      | 3                    | 1      | 3    | 2             | 9     | 0,48                            | 0,000 | 0,113 | 0,124 | 0,284 | 0,407           | 0,593        | 1896                      |

| Corrida                            | Valores normalizados |        |      |               |       | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|------------------------------------|----------------------|--------|------|---------------|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|                                    | x(i)                 | Base V | Beta | alfa1 e alfa2 | Total | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| 28                                 | 3                    | 2      | 2    | 2             | 9     | 0,47                            | 0,000 | 0,111 | 0,119 | 0,296 | 0,415           | 0,586        | 1976                      |
| 49                                 | 3                    | 3      | 1    | 2             | 9     | 0,47                            | 0,000 | 0,109 | 0,116 | 0,306 | 0,422           | 0,578        | 2045                      |
| 9                                  | 1                    | 2      | 3    | 3             | 9     | 0,47                            | 0,000 | 0,100 | 0,122 | 0,312 | 0,434           | 0,566        | 2087                      |
| 21                                 | 1                    | 3      | 2    | 3             | 9     | 0,46                            | 0,000 | 0,100 | 0,117 | 0,322 | 0,439           | 0,561        | 2154                      |
| 39                                 | 3                    | 1      | 2    | 3             | 9     | 0,48                            | 0,000 | 0,113 | 0,125 | 0,281 | 0,405           | 0,595        | 1876                      |
| 33                                 | 3                    | 2      | 1    | 3             | 9     | 0,48                            | 0,000 | 0,112 | 0,121 | 0,290 | 0,411           | 0,589        | 1939                      |
| 53                                 | 3                    | 3      | 3    | 1             | 10    | 0,38                            | 0,000 | 0,070 | 0,056 | 0,498 | 0,554           | 0,446        | 3329                      |
| 34                                 | 3                    | 2      | 3    | 2             | 10    | 0,39                            | 0,000 | 0,077 | 0,061 | 0,474 | 0,535           | 0,465        | 3170                      |
| 46                                 | 3                    | 3      | 2    | 2             | 10    | 0,38                            | 0,000 | 0,070 | 0,057 | 0,496 | 0,553           | 0,448        | 3315                      |
| 27                                 | 1                    | 3      | 3    | 3             | 10    | 0,38                            | 0,000 | 0,069 | 0,060 | 0,491 | 0,551           | 0,449        | 3284                      |
| 45                                 | 3                    | 1      | 3    | 3             | 10    | 0,40                            | 0,000 | 0,085 | 0,067 | 0,448 | 0,515           | 0,485        | 2994                      |
| 30                                 | 3                    | 2      | 2    | 3             | 10    | 0,39                            | 0,000 | 0,078 | 0,063 | 0,469 | 0,532           | 0,468        | 3139                      |
| 51                                 | 3                    | 3      | 1    | 3             | 10    | 0,38                            | 0,000 | 0,072 | 0,060 | 0,487 | 0,547           | 0,453        | 3260                      |
| 52                                 | 3                    | 3      | 3    | 2             | 11    | *                               | *     | *     | *     | *     | *               | *            | *                         |
| 36                                 | 3                    | 3      | 3    | 3             | 12    | *                               | *     | *     | *     | *     | *               | *            | *                         |
| 48                                 | 3                    | 3      | 3    | 3             | 12    | *                               | *     | *     | *     | *     | *               | *            | *                         |
| 54                                 | 3                    | 3      | 3    | 3             | 12    | *                               | *     | *     | *     | *     | *               | *            | *                         |
| Média da primeira metade da tabela |                      |        |      |               |       | 0,50                            | 0,077 | 0,108 | 0,228 | 0,087 | 0,316           | 0,684        | 563                       |
| Média da segunda metade da tabela  |                      |        |      |               |       | 0,46                            | 0,008 | 0,098 | 0,122 | 0,316 | 0,437           | 0,563        | 2111                      |
| Média do primeiro quinto da tabela |                      |        |      |               |       | 0,50                            | 0,103 | 0,105 | 0,254 | 0,038 | 0,293           | 0,707        | 203                       |
| Média do segundo quinto da tabela  |                      |        |      |               |       | 0,50                            | 0,071 | 0,108 | 0,226 | 0,095 | 0,321           | 0,679        | 637                       |
| Média do terceiro quinto da tabela |                      |        |      |               |       | 0,50                            | 0,031 | 0,110 | 0,180 | 0,179 | 0,359           | 0,641        | 1198                      |
| Média do quarto quinto da tabela   |                      |        |      |               |       | 0,48                            | 0,008 | 0,107 | 0,137 | 0,269 | 0,406           | 0,594        | 1802                      |
| Média do quinto quinto da tabela   |                      |        |      |               |       | 0,41                            | 0,000 | 0,085 | 0,079 | 0,426 | 0,504           | 0,496        | 2846                      |

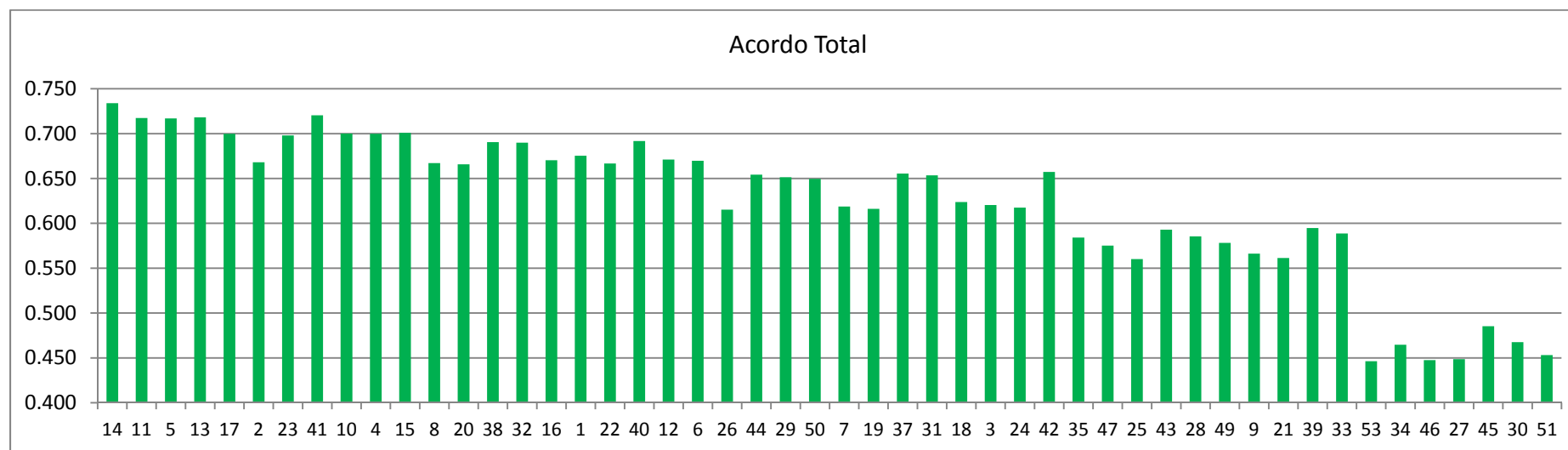
(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

\* sem valores, corrida inviável

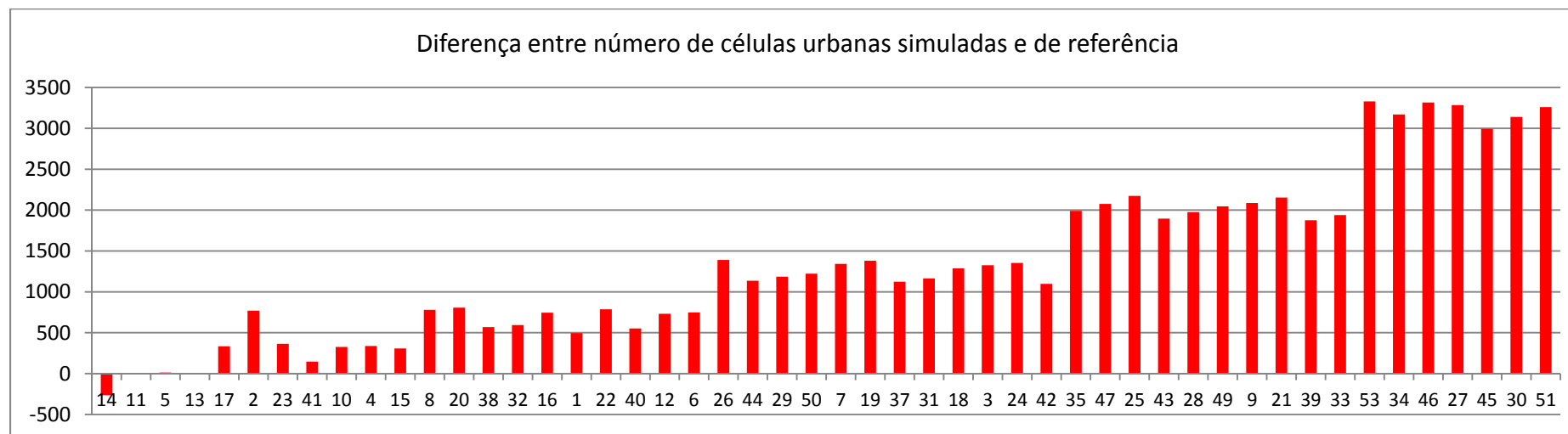
## Anexo 15 - Normalização dos parâmetros utilizados para calibração

| Parâmetro     | Valor na corrida | Valor normalizado |
|---------------|------------------|-------------------|
| X(i)          | 1/3              | 1                 |
|               | 1/6              | 3                 |
| Base V        | 2425             | 1                 |
|               | 2450             | 2                 |
|               | 2475             | 3                 |
| Beta          | 1,380            | 1                 |
|               | 1,385            | 2                 |
|               | 1,390            | 3                 |
| alfa1 e alfa2 | 0,294 e 0,276    | 1                 |
|               | 0,296 e 0,278    | 2                 |
|               | 0,298 e 0,280    | 3                 |

Anexo 16 - Corridas da primeira série ordenadas pelo valor dos parâmetros



Anexo 17 - corridas da primeira série ordenadas pelo valor dos parâmetros



## Anexo 18 - Segunda série de corridas

| Corrida | Valores dos Parâmetros |        |       |               | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|---------|------------------------|--------|-------|---------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|         | x(i)                   | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| 1_B     | 1/3                    | 2420   | 1,379 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,150 | 0,095 | 0,187 | 0,068 | 0,255           | 0,745        | -456                      |
| 2_B     | 1/3                    | 2420   | 1,379 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,135 | 0,097 | 0,231 | 0,037 | 0,268           | 0,733        | -247                      |
| 3_B     | 1/3                    | 2420   | 1,381 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,144 | 0,095 | 0,205 | 0,056 | 0,261           | 0,739        | -371                      |
| 4_B     | 1/3                    | 2420   | 1,381 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,128 | 0,100 | 0,251 | 0,021 | 0,273           | 0,727        | -143                      |
| 5_B     | 1/3                    | 2430   | 1,379 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,144 | 0,095 | 0,205 | 0,056 | 0,261           | 0,739        | -371                      |
| 6_B     | 1/3                    | 2430   | 1,379 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,128 | 0,100 | 0,252 | 0,021 | 0,273           | 0,727        | -141                      |
| 7_B     | 1/3                    | 2430   | 1,381 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,138 | 0,097 | 0,223 | 0,043 | 0,266           | 0,734        | -284                      |
| 8_B     | 1/3                    | 2430   | 1,381 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,120 | 0,101 | 0,275 | 0,005 | 0,279           | 0,721        | -30                       |
| 9_B     | 1/6                    | 2420   | 1,379 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,128 | 0,107 | 0,244 | 0,022 | 0,265           | 0,735        | -145                      |
| 10_B    | 1/6                    | 2420   | 1,379 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,105 | 0,114 | 0,255 | 0,026 | 0,281           | 0,719        | 173                       |
| 11_B    | 1/6                    | 2420   | 1,381 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,119 | 0,110 | 0,268 | 0,003 | 0,271           | 0,729        | -23                       |
| 12_B    | 1/6                    | 2420   | 1,381 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,093 | 0,116 | 0,241 | 0,049 | 0,291           | 0,709        | 330                       |
| 13_B    | 1/6                    | 2430   | 1,379 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,119 | 0,110 | 0,268 | 0,003 | 0,271           | 0,729        | -20                       |
| 14_B    | 1/6                    | 2430   | 1,379 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,093 | 0,116 | 0,241 | 0,050 | 0,291           | 0,709        | 336                       |
| 15_B    | 1/6                    | 2430   | 1,381 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,109 | 0,113 | 0,261 | 0,018 | 0,278           | 0,722        | 120                       |
| 16_B    | 1/6                    | 2430   | 1,381 | 0,295 e 0,277 | 0,50                            | 0,080 | 0,114 | 0,229 | 0,077 | 0,306           | 0,694        | 515                       |
| Média   |                        |        |       |               | 0,50                            | 0,121 | 0,105 | 0,240 | 0,035 | 0,274           | 0,726        | -47                       |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização

(4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

\* sem valores, corrida inviável

## Corridas Complementares

| Corrida       | Valores dos Parâmetros |        |       |               | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|---------------|------------------------|--------|-------|---------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|               | x(i)                   | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| sub 1_B       | 1/3                    | 2415   | 1,378 | 0,292 e 0,274 | 0,50                            | 0,172 | 0,086 | 0,128 | 0,113 | 0,242           | 0,758        | -620                      |
| sub 1_B 2ª    | 1/3                    | 2410   | 1,377 | 0,291 e 0,273 | 0,50                            | 0,162 | 0,092 | 0,153 | 0,093 | 0,246           | 0,754        | -758                      |
| tudo agrícola | *                      | *      | *     | *             | 0,50                            | 0,242 | 0,000 | 0,000 | 0,258 | 0,258           | 0,742        | -1724                     |
| tudo urbano   | *                      | *      | *     | *             | 0,26                            | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,742 | 0,742           | 0,258        | 4964                      |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

\* sem valores, corrida inviável

## Anexo 19 - Componentes de acordo/desacordo da melhor corrida a várias resoluções espaciais

| Resolução    | (1)  | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   | Desacordo Total | Acordo Total |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|
| 1x1 (250m)   | 0,50 | 0,128 | 0,107 | 0,244 | 0,022 | 0,265           | 0,734        |
| 2x2 (500m)   | 0,61 | 0,098 | 0,034 | 0,236 | 0,022 | 0,257           | 0,742        |
| 4x4 (1000m)  | 0,66 | 0,096 | 0,000 | 0,218 | 0,022 | 0,239           | 0,760        |
| 8x8 (2000m)  | 0,71 | 0,079 | 0,000 | 0,187 | 0,022 | 0,208           | 0,791        |
| 16x16 (4km)  | 0,73 | 0,086 | 0,000 | 0,162 | 0,022 | 0,183           | 0,816        |
| 32x32 (8km)  | 0,76 | 0,109 | 0,035 | 0,079 | 0,022 | 0,100           | 0,899        |
| 64x64 (16km) | 0,76 | 0,117 | 0,080 | 0,023 | 0,022 | 0,045           | 0,955        |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade, \* sem valores, corrida inviável

## Anexo 20 - Componentes acordo/desacordo da corrida de validação, modelo persistente e corrida aleatória

| Corrida            | Valores dos Parâmetros |        |       |               | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total | Diferença células urbanas |
|--------------------|------------------------|--------|-------|---------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|---------------------------|
|                    | x(i)                   | Base V | Beta  | alfa1 e alfa2 | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |                           |
| Validação 2006     | 1_6                    | 2420   | 1,379 | 0,293 e 0,275 | 0,50                            | 0,119 | 0,105 | 0,259 | 0,017 | 0,276           | 0,724        | -118                      |
| Modelo Persistente | *                      | *      | *     | *             | 0,50                            | 0,115 | 0,380 | 0,000 | 0,005 | 0,005           | 0,995        | -70                       |
| Aleatória          | **                     | **     | **    | **            | 0,50                            | 0,000 | 0,004 | 0,259 | 0,238 | 0,497           | 0,503        | 1565                      |

(1) acordo devido ao acaso, (2) acordo devido à quantidade, (3) acordo devido à localização, (4) desacordo devido à localização, (5) desacordo devido à quantidade

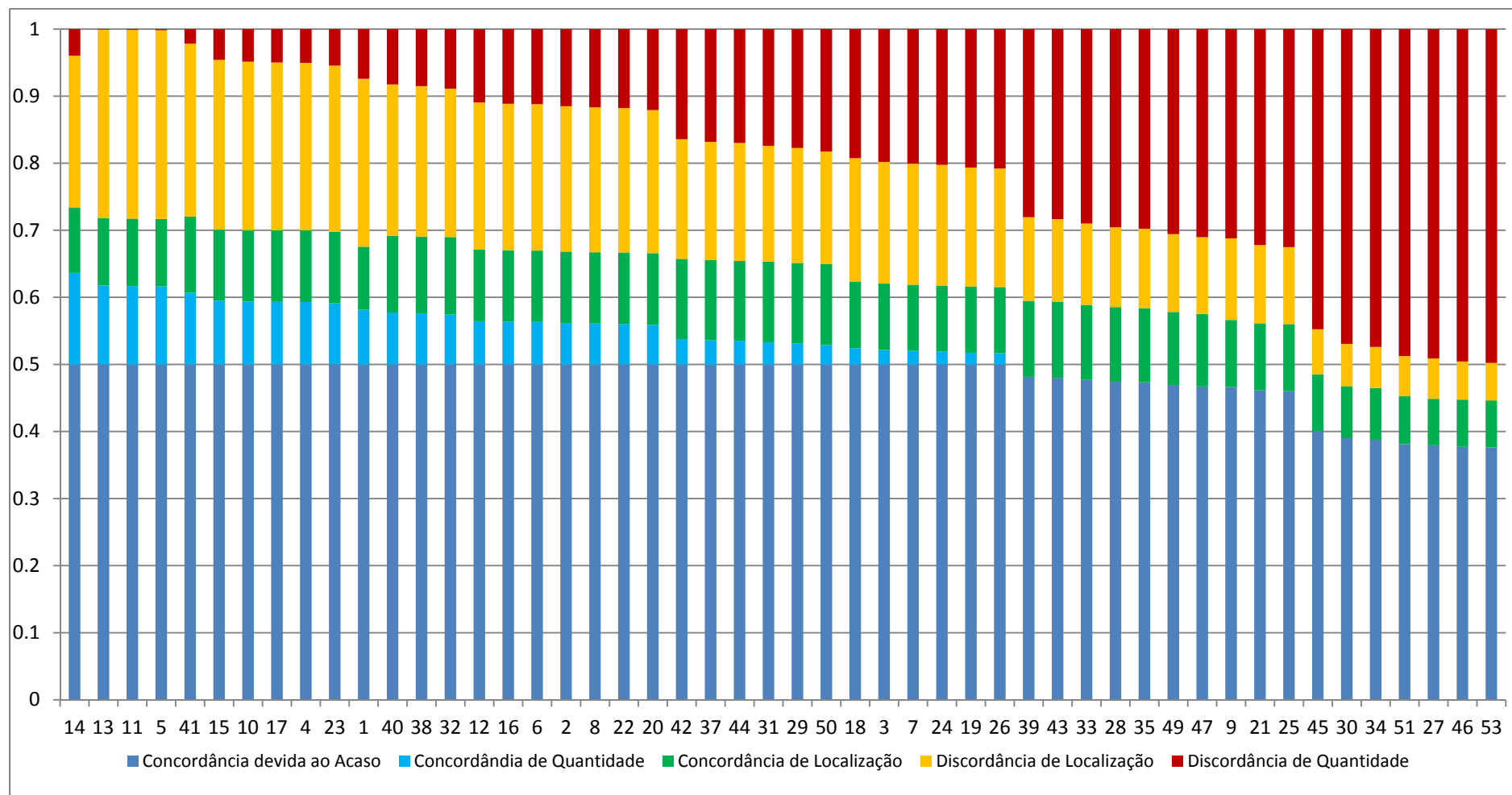
\* sem valores, carta CLC 2000

\*\* sem valores, simulação forjada

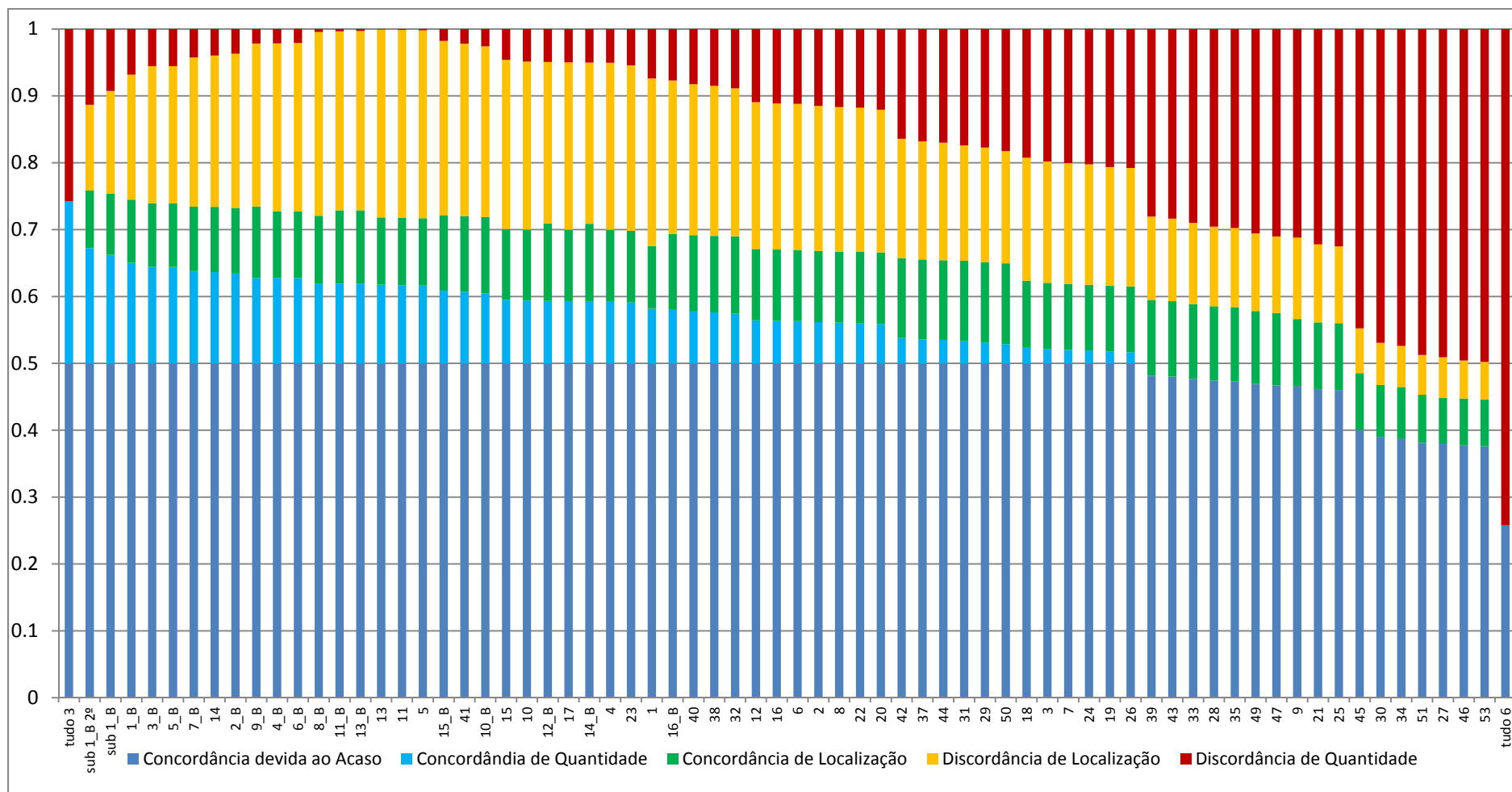
## Anexo 21 - Parâmetros alterados para a validação

| Parâmetro | Valor    |                        |
|-----------|----------|------------------------|
|           | Ano 2000 | Ano 2006               |
| pop1      | 266045   | 268437                 |
| pop2      | 66511    | 67109                  |
| hhsz      | 2,98     | 2,84                   |
| hh1       | 89277    | 94520                  |
| hh2       | 22319    | 23630                  |
| Base V    | 2420     | 2622 (= 2420*1,0835)   |
| Base Y    | 11555    | 12520 (= 11555*1,0835) |





Anexo 22 - Componentes de comparação das várias corridas da primeira série ordenadas pela quantidade da diferença de número de células urbanas entre a simulação e o mapa de referência



Anexo 23 - Componentes de comparação entre a simulação e o mapa de referência das duas séries de corridas ordenadas pela quantidade da diferença de número de células urbanas

Anexo 24 - Componentes acordo/desacordo da corrida de validação, a várias resoluções espaciais

| Resolução espacial | Componentes de Acordo/Desacordo |       |       |       |       | Desacordo Total | Acordo Total |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------------|
|                    | (1)                             | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   |                 |              |
| 1x1 (250m)         | 0,50                            | 0,119 | 0,105 | 0,259 | 0,017 | 0,276           | 0,724        |
| 2x2 (500m)         | 0,61                            | 0,093 | 0,030 | 0,250 | 0,017 | 0,267           | 0,733        |
| 4x4 (1km)          | 0,67                            | 0,084 | 0,000 | 0,232 | 0,017 | 0,249           | 0,751        |
| 8x8 (2km)          | 0,71                            | 0,068 | 0,000 | 0,200 | 0,017 | 0,217           | 0,783        |
| 16x16 (4km)        | 0,74                            | 0,075 | 0,000 | 0,173 | 0,017 | 0,190           | 0,810        |
| 32x32 (8km)        | 0,76                            | 0,098 | 0,036 | 0,087 | 0,017 | 0,104           | 0,896        |
| 64x64 (16km)       | 0,76                            | 0,105 | 0,084 | 0,029 | 0,017 | 0,046           | 0,954        |
| 72x72 (18km)       | 0,76                            | 0,130 | 0,052 | 0,037 | 0,017 | 0,054           | 0,946        |

Anexo 25 - Superfície média útil (m<sup>2</sup>) dos alojamentos familiares clássicos de residência habitual por Localização geográfica (à data dos Censos 2011)

| Área Geográfica | Área (m2) |
|-----------------|-----------|
| Região Centro   | 118.04    |

Anexo 26 - Valores médios de avaliação bancária (€/ m<sup>2</sup>) dos alojamentos por Localização geográfica (NUTS II - 2001), INE, Inquérito à Avaliação Bancária na Habitação

| Ano   | Valor Avaliação Bancária (€/m2) | Valor Imobiliário (€/m2/ano) |
|-------|---------------------------------|------------------------------|
| 2003  | 1018                            | 55,13                        |
| 2004  | 1039                            | 54,53                        |
| 2005  | 1091                            | 51,93                        |
| 2006  | 1103                            | 55,13                        |
| Média | 1062                            | 53,13                        |

Anexo 27 - Factores de multiplicação para os vários cenários

| Cenário        | variação        |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|
|                | res 1           | res 2           |
| -RENDIMENTOS   | 0,9             | 0,9             |
| -POPULAÇÃO     | 0,9             | 0,9             |
| +DESIGUALDADE  | 0,9             | 1,1             |
| -REN -POP      | 0,9 + 0,9       | 0,9 + 0,9       |
| -REN +DES      | 0,9 + 0,9       | 0,9 + 1,1       |
| -POP +DES      | 0,9 + 0,9       | 0,9 + 1,1       |
| -REN -POP +DES | 0,9 + 0,9 + 0,9 | 0,9 + 0,9 + 1,1 |

Anexo 28 - Projeções do INE para as taxas de crescimento da população em Portugal segundo quatro cenários

| <b>Ano</b> | <b>Baixo</b> | <b>Central</b> | <b>Alto</b> | <b>sem Migrações</b> |
|------------|--------------|----------------|-------------|----------------------|
| 2020       | -4,6         | -2,9           | -2,3        | -2,2                 |
| 2030       | -11,5        | -6,0           | -4,1        | -6,2                 |
| 2040       | -19,3        | -9,0           | -5,7        | -11,1                |
| 2050       | -28,8        | -13,1          | -8,4        | -17,6                |
| 2060       | -39,5        | -18,2          | -12,0       | -25,1                |

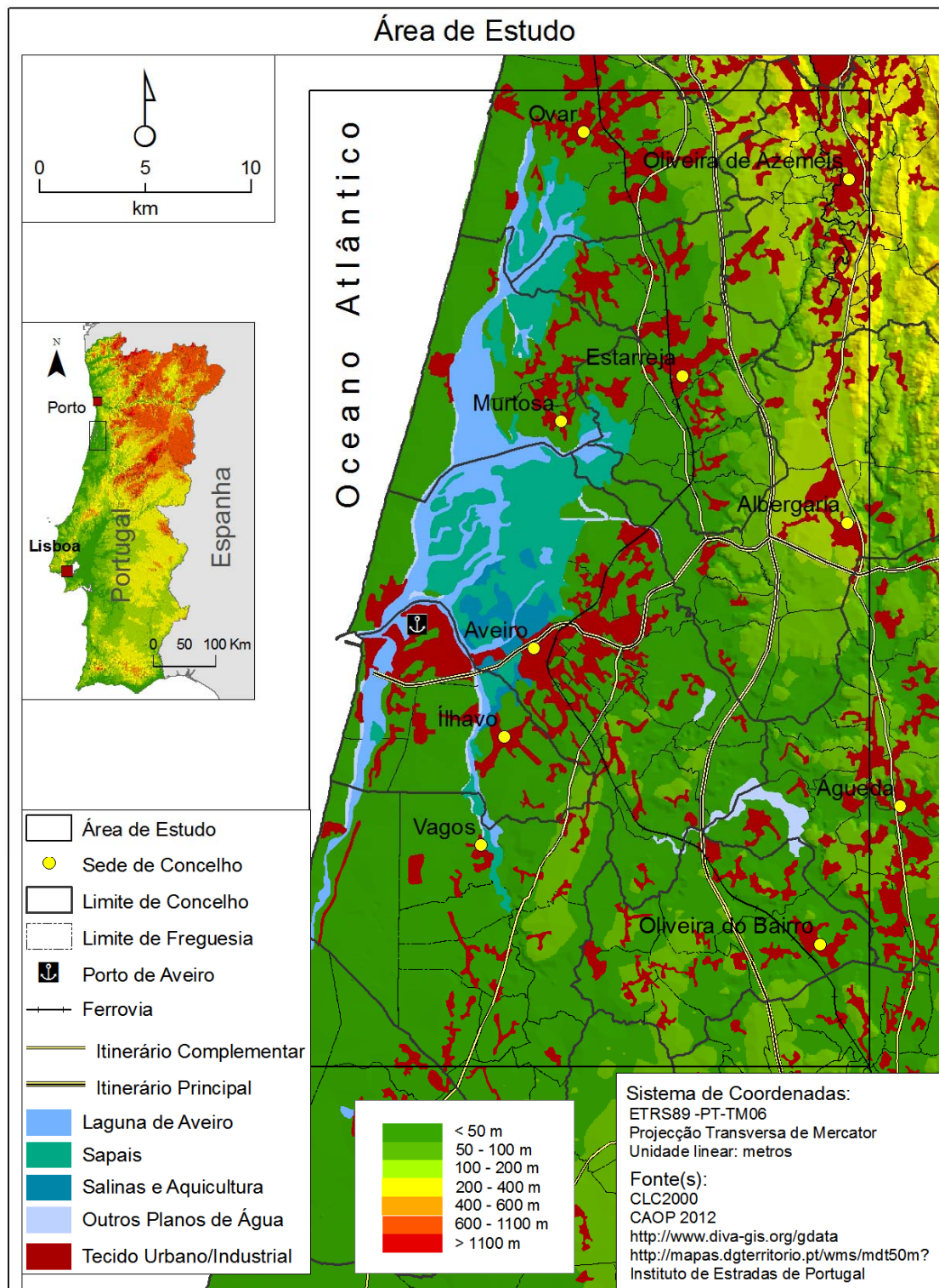
Anexo 29 - Cenários utilizados no workshop de planeamento participado e respectivos índices de satisfação

| Cenário                    | Base | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13    | 14   | 15    | 16    |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| População resl +5%         | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1     | 1    | 0     | 1     |
| Corredor Ambiental         | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1     | 0    | 1     | 1     |
| Centro Urbano da Barra     | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0     | 1    | 1     | 1     |
| Custos Transp. 90%         | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1     | 1    | 1     | 1     |
| Rendimento dos Municípios: | 93,0 | 94,5 | 96,3 | 93,4 | 94,8 | 98,3 | 95,0 | 96,6 | 96,6 | 97,5 | 95,3 | 98,6 | 99,8  | 97,1 | 97,8  | 100,0 |
| Biodiversidade:            | 77,8 | 72,3 | 93,9 | 80,3 | 85,1 | 90,2 | 75,3 | 80,6 | 95,6 | 98,7 | 87,5 | 91,8 | 95,6  | 83,0 | 100,0 | 96,8  |
| Rendimento dos Promotores: | 95,9 | 98,2 | 96,8 | 96,0 | 96,7 | 99,2 | 98,4 | 99,2 | 96,9 | 97,4 | 96,9 | 99,4 | 100,0 | 99,2 | 97,5  | 100,0 |
| Satisfação dos Residentes: | 95,0 | 94,4 | 98,2 | 95,5 | 96,7 | 97,8 | 95,0 | 96,2 | 98,7 | 99,6 | 97,3 | 98,2 | 99,3  | 96,7 | 100,0 | 99,6  |
| Total                      | 90,4 | 89,9 | 96,3 | 91,3 | 93,3 | 96,4 | 90,9 | 93,1 | 96,9 | 98,3 | 94,2 | 97,0 | 98,7  | 94,0 | 98,8  | 99,1  |
| Ranking                    | 15º  | 16º  | 8º   | 13º  | 11º  | 7º   | 14º  | 12º  | 6º   | 4º   | 9º   | 5º   | 3º    | 10º  | 2º    | 1º    |

## **Mapas**

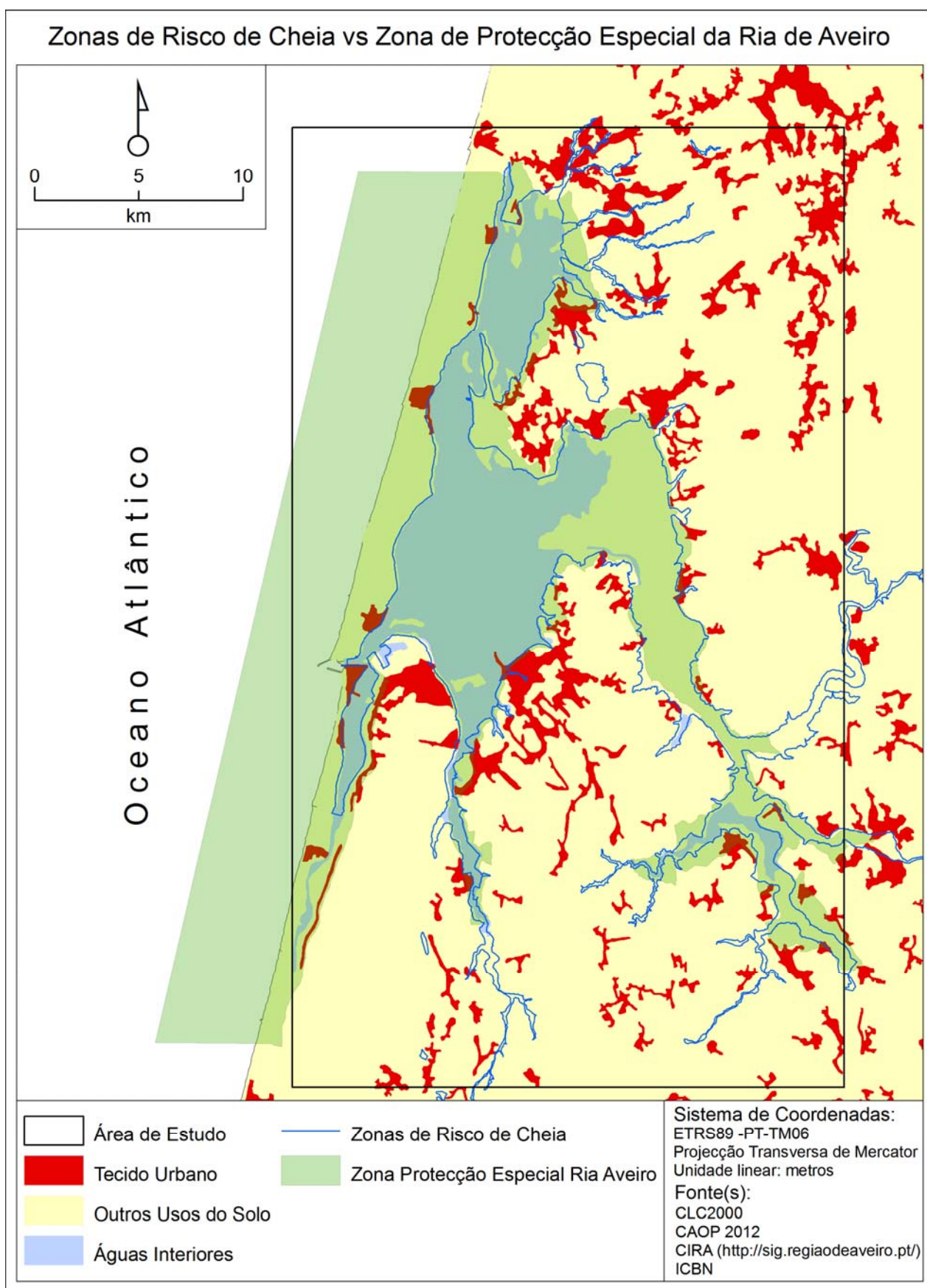


Mapa 1 - Área de Estudo

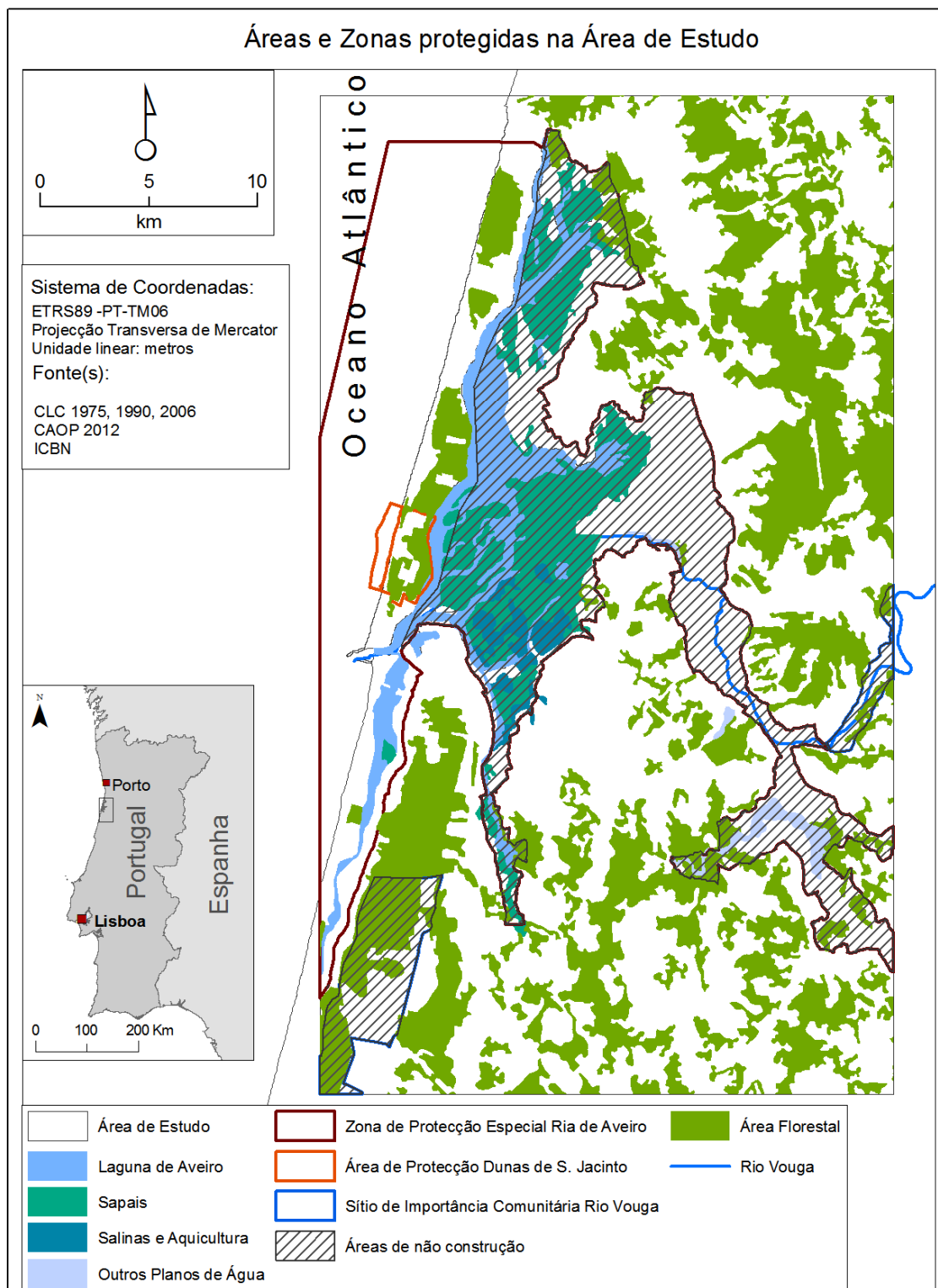




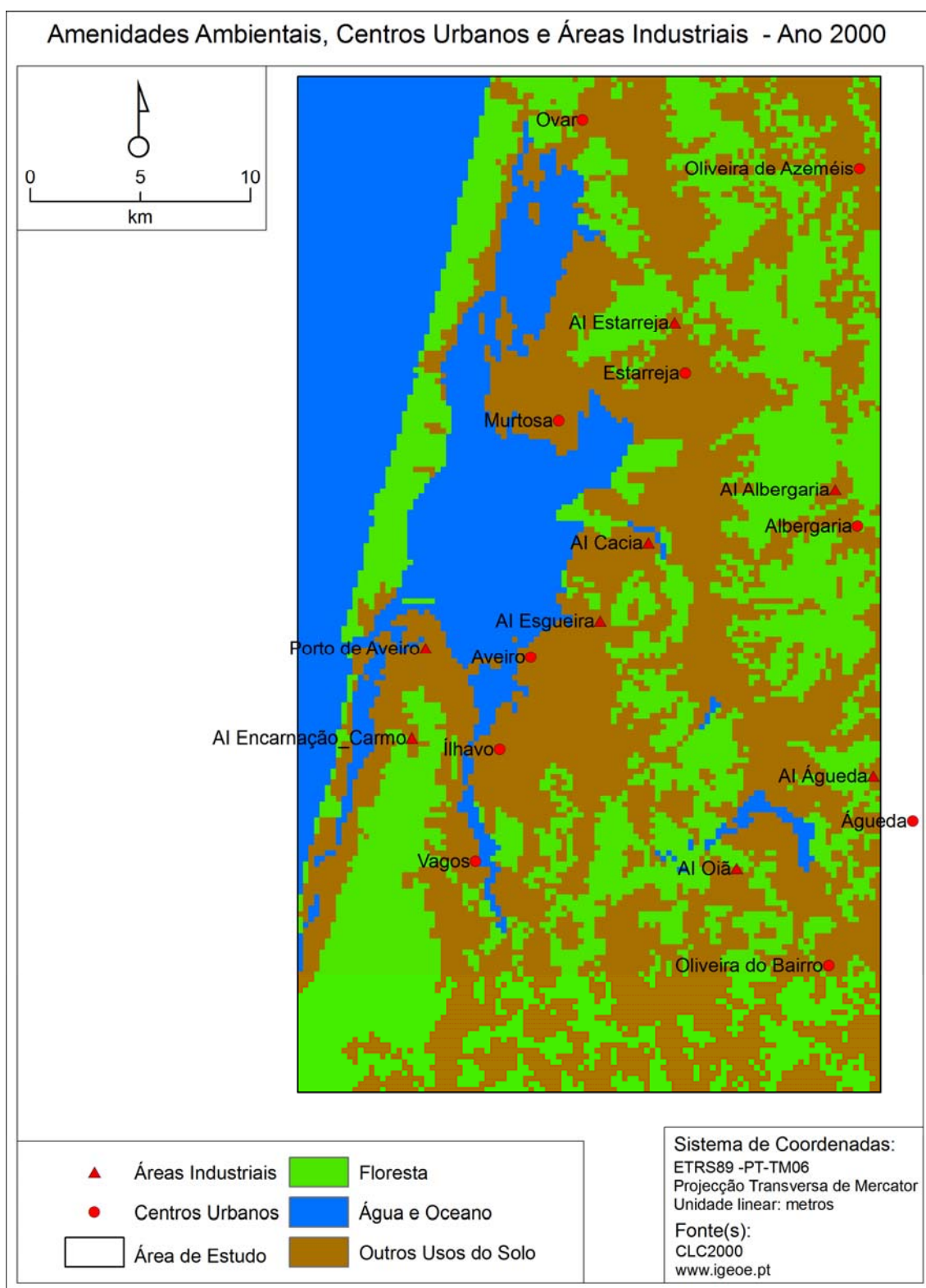
Mapa 2 - Zonas de risco de cheia vs zona de protecção especial da Ria de Aveiro



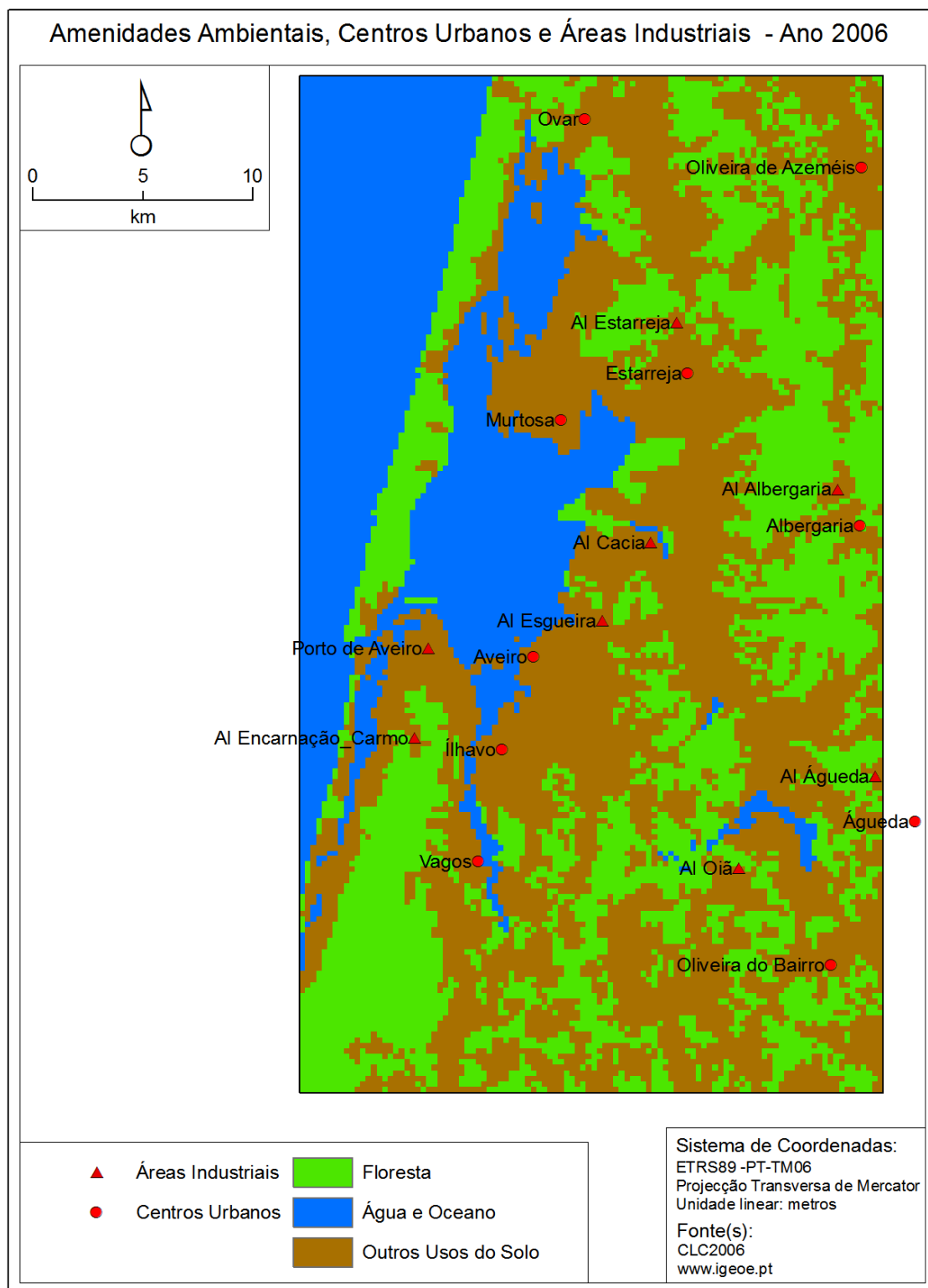
Mapa 3 - Áreas e Zonas protegidas na Área de Estudo



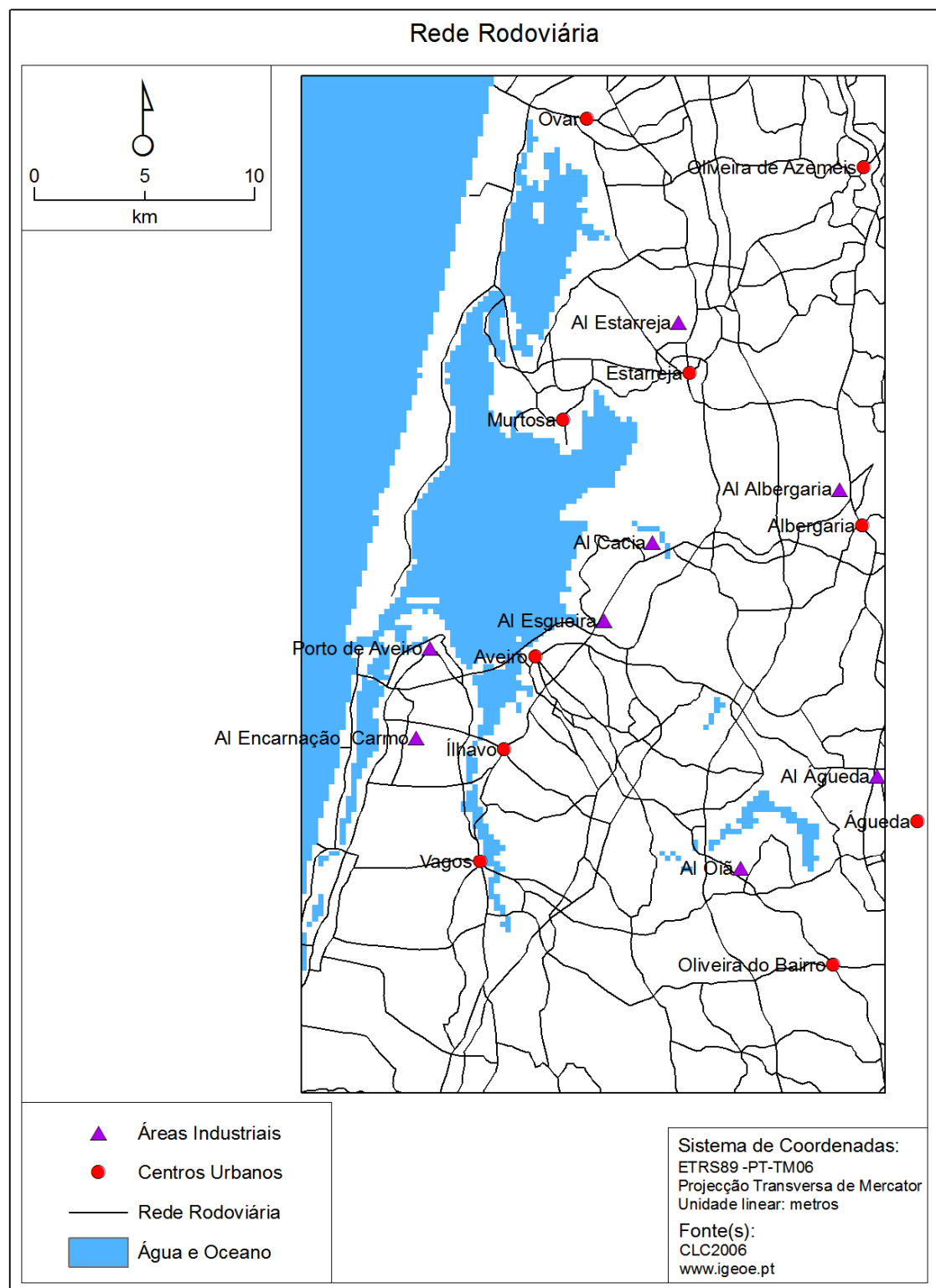
Mapa 4 - Amenidades Ambientais, centros Urbanos e Áreas Industriais, ano 2000



Mapa 5 - Amenidades Ambientais, centros Urbanos e Áreas Industriais, ano 2006

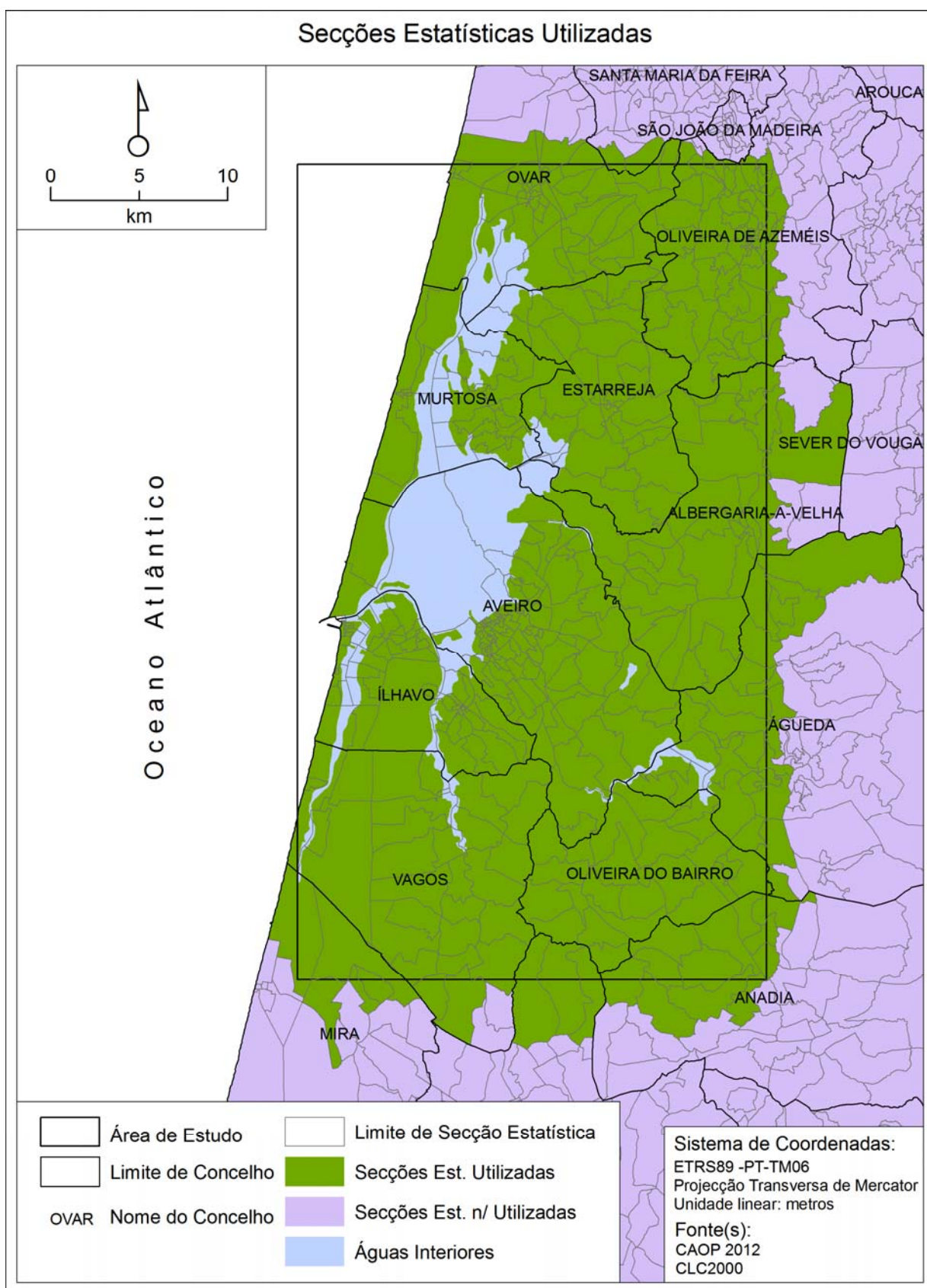


Mapa 6 - Centros Urbanos, Áreas Industriais e rede viária considerados

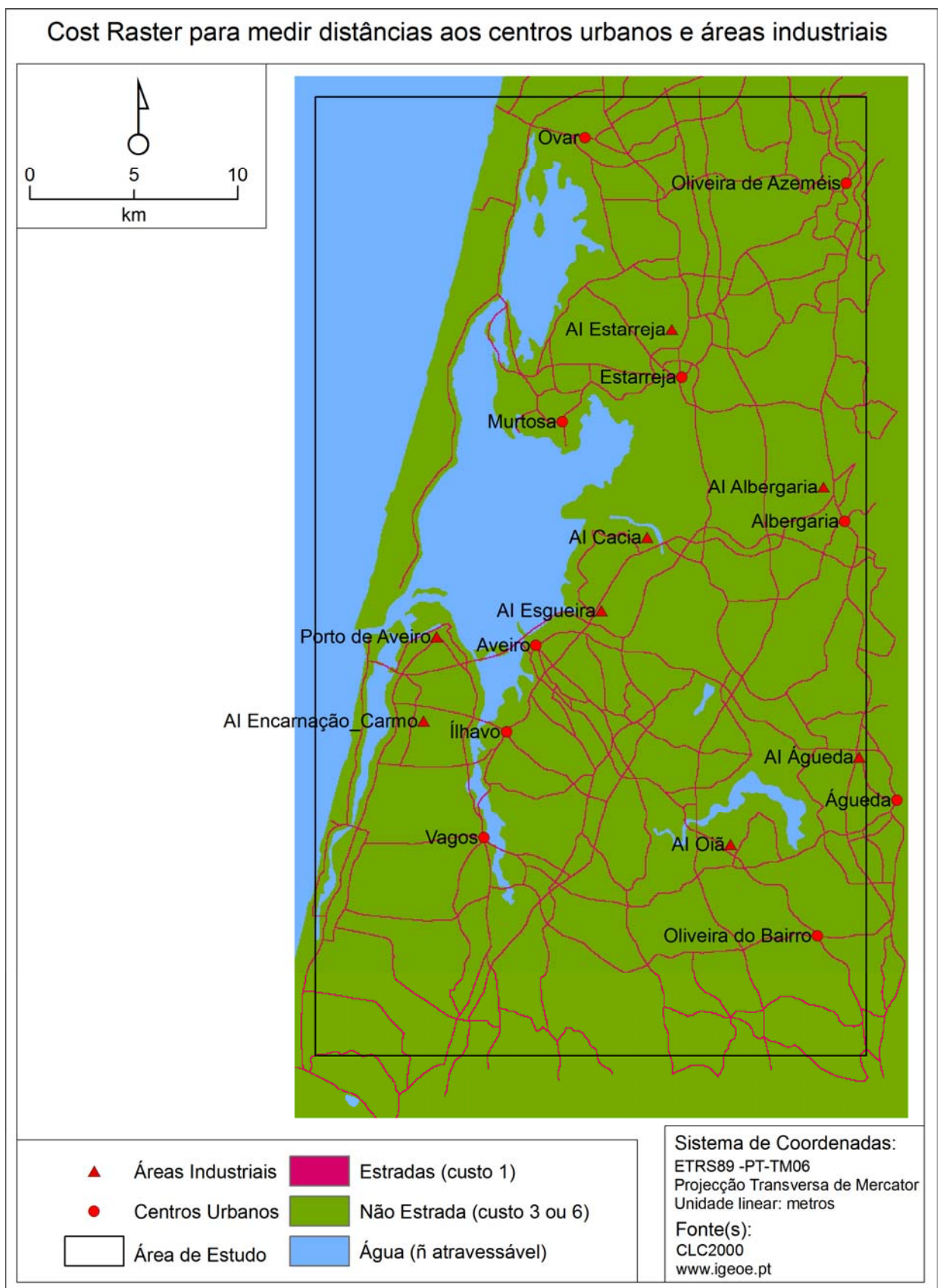




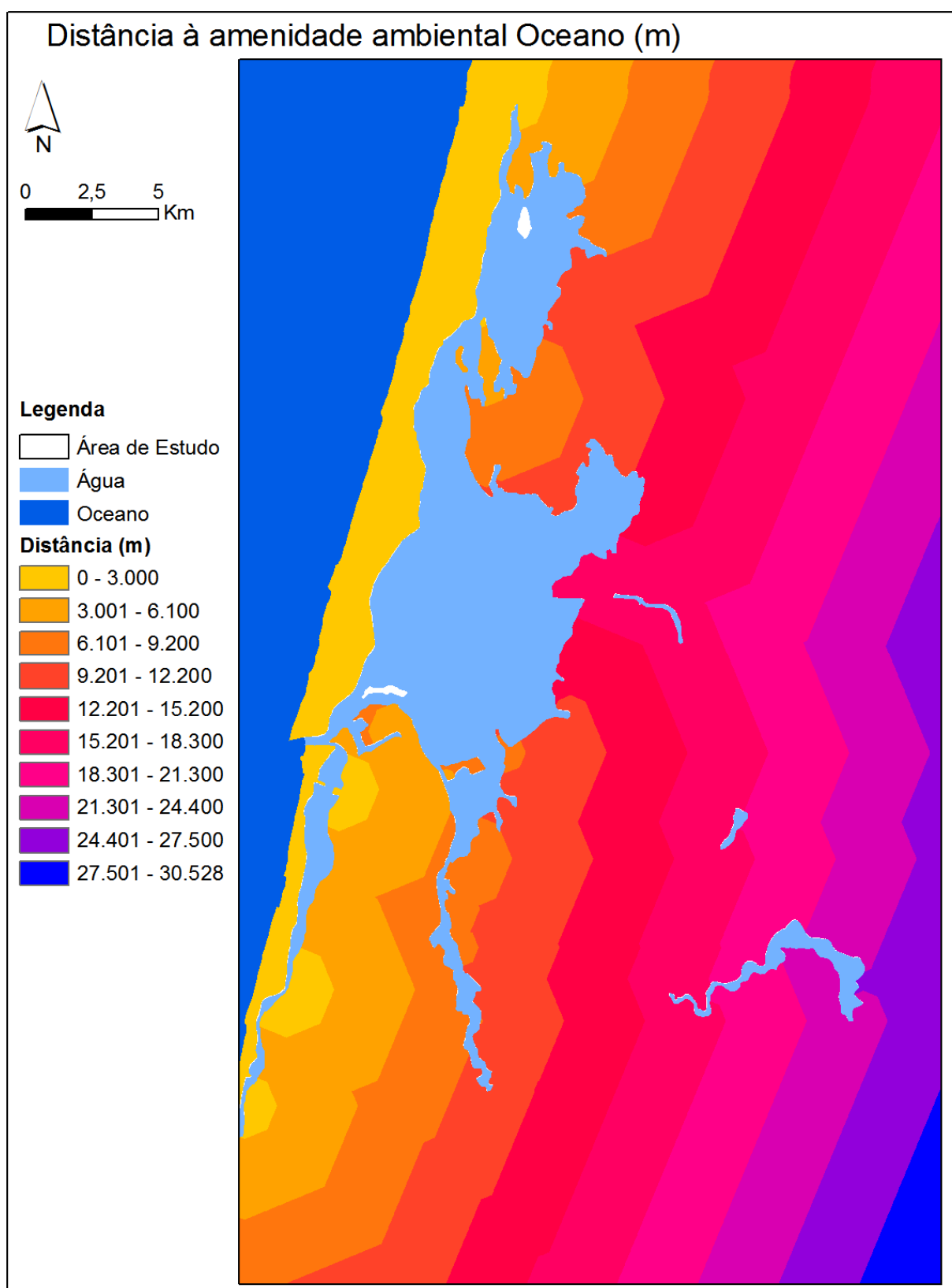
Mapa 7 - Secções Estatísticas Utilizadas



Mapa 8 - *Cost Raster* para medir distâncias aos centros urbanos e áreas industriais

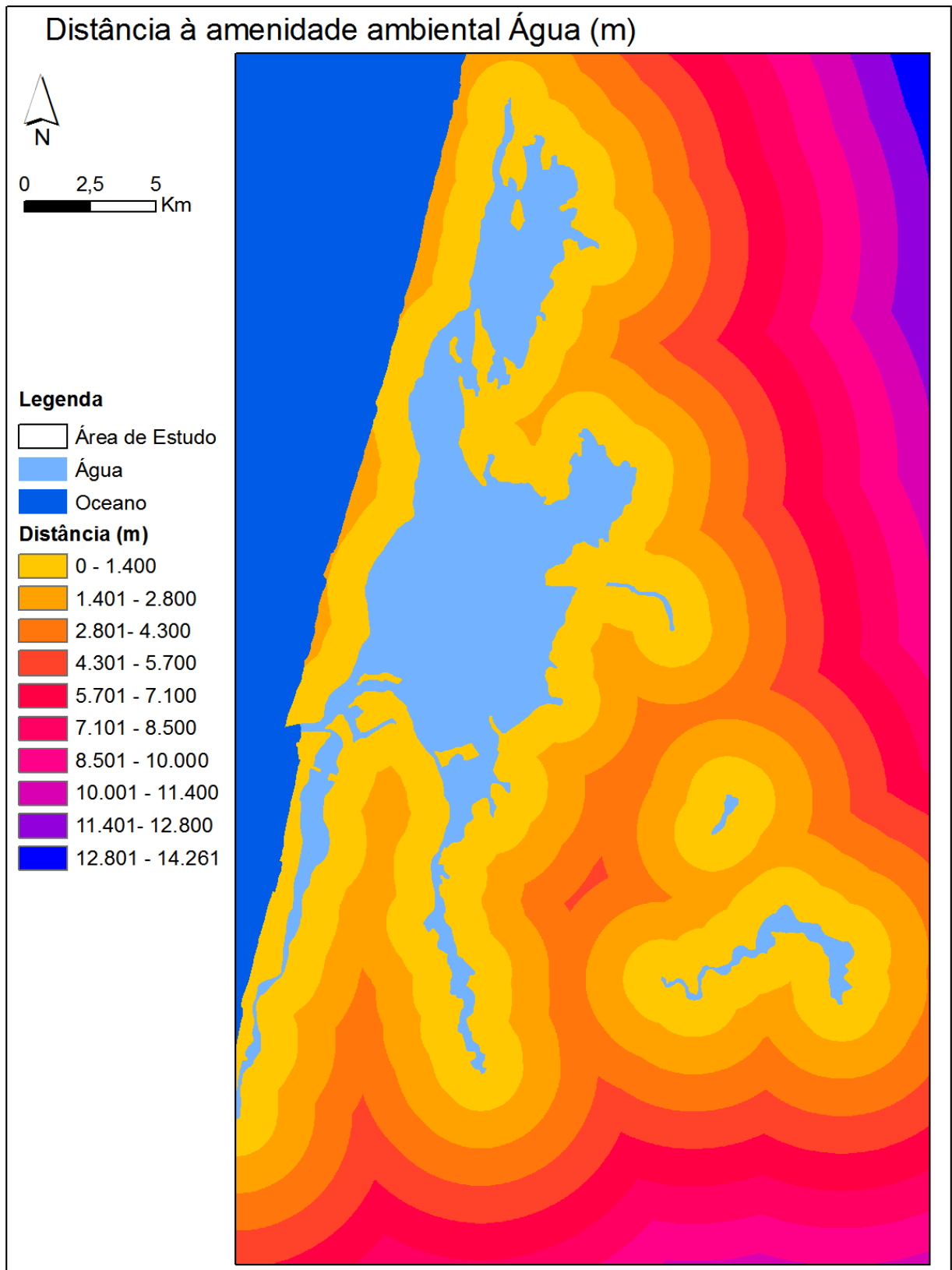


Mapa 9 - Distância à amenidade ambiental Oceano

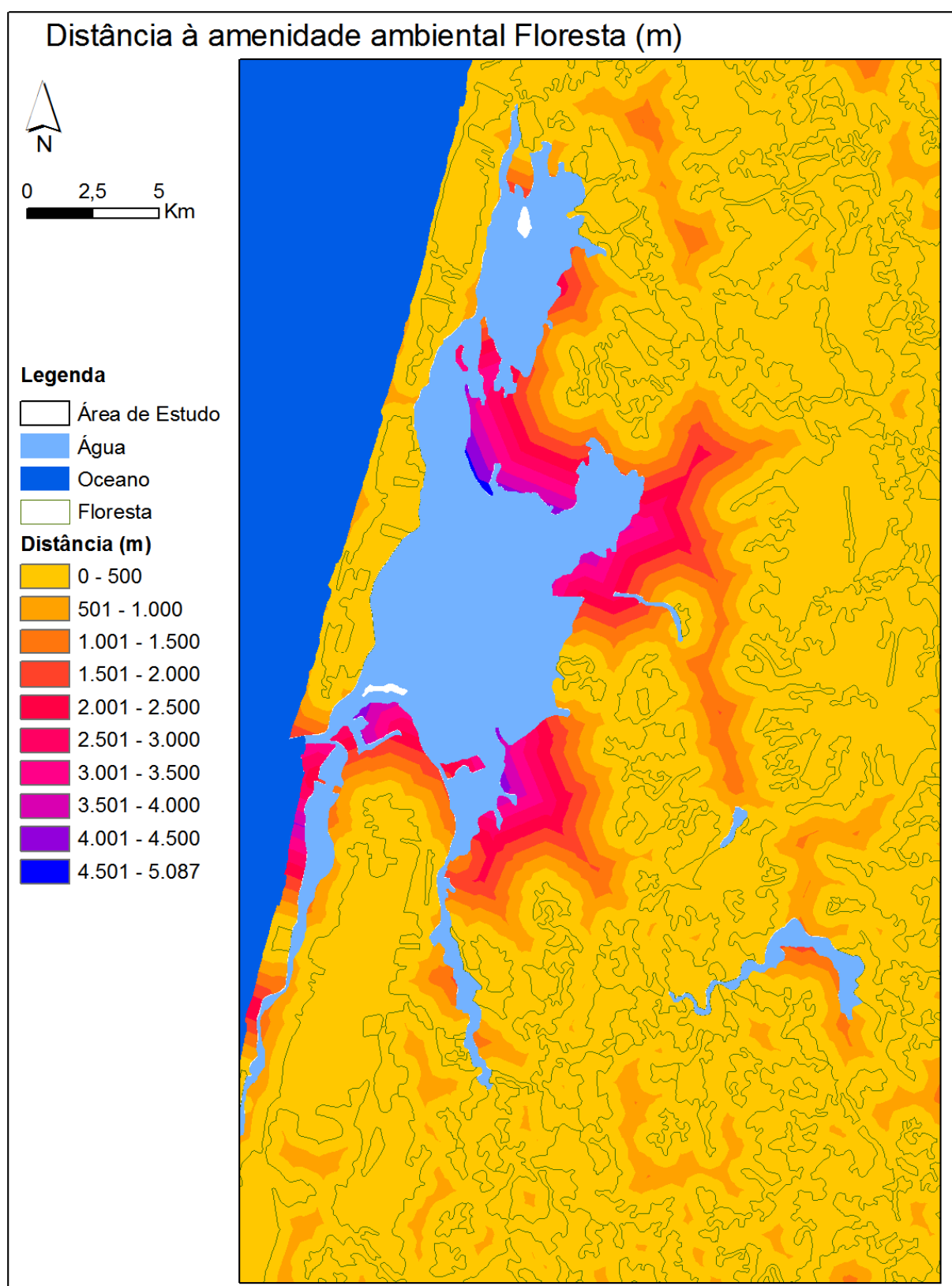




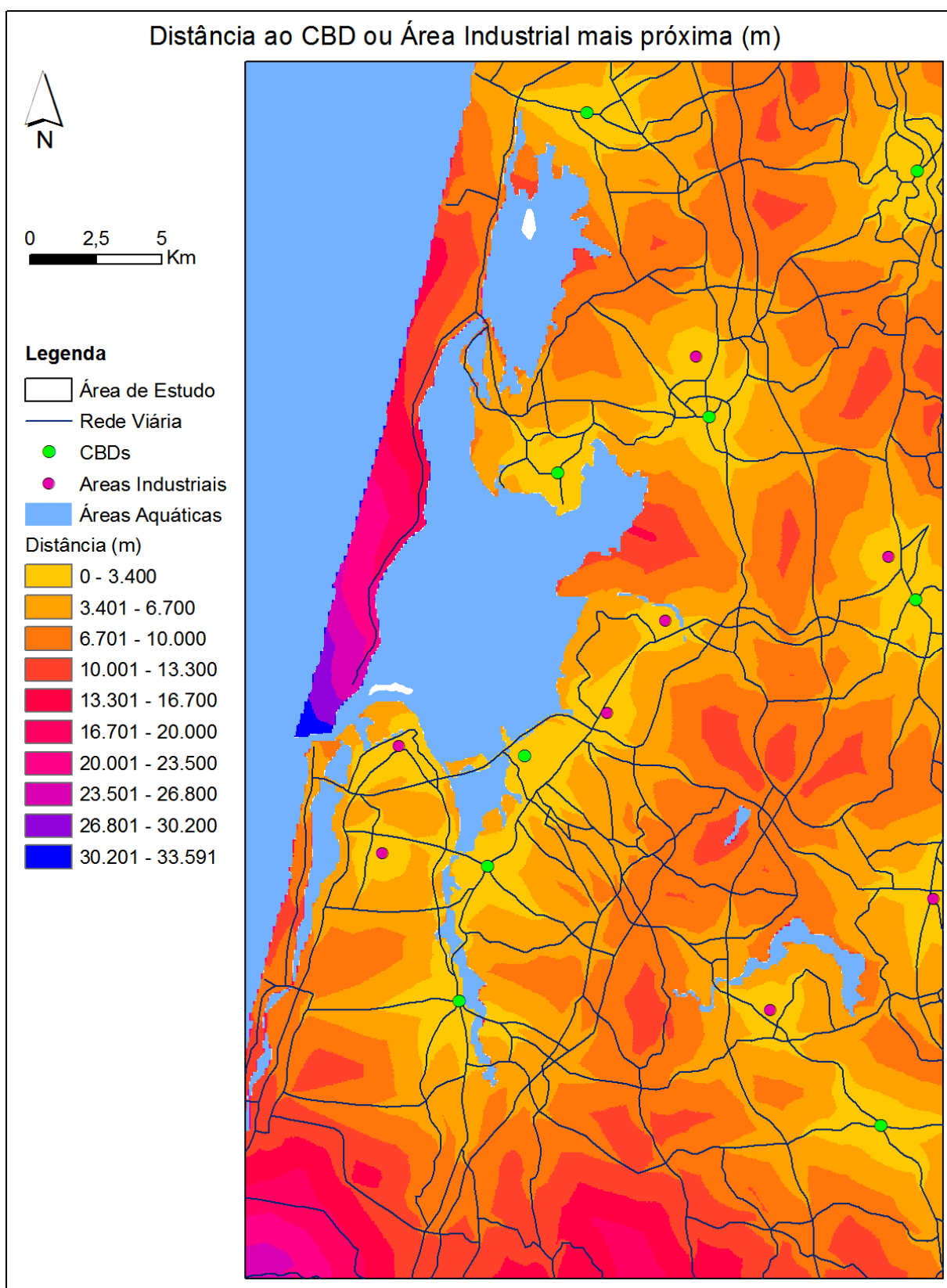
Mapa 10 - Distância à amenidade ambiental Água



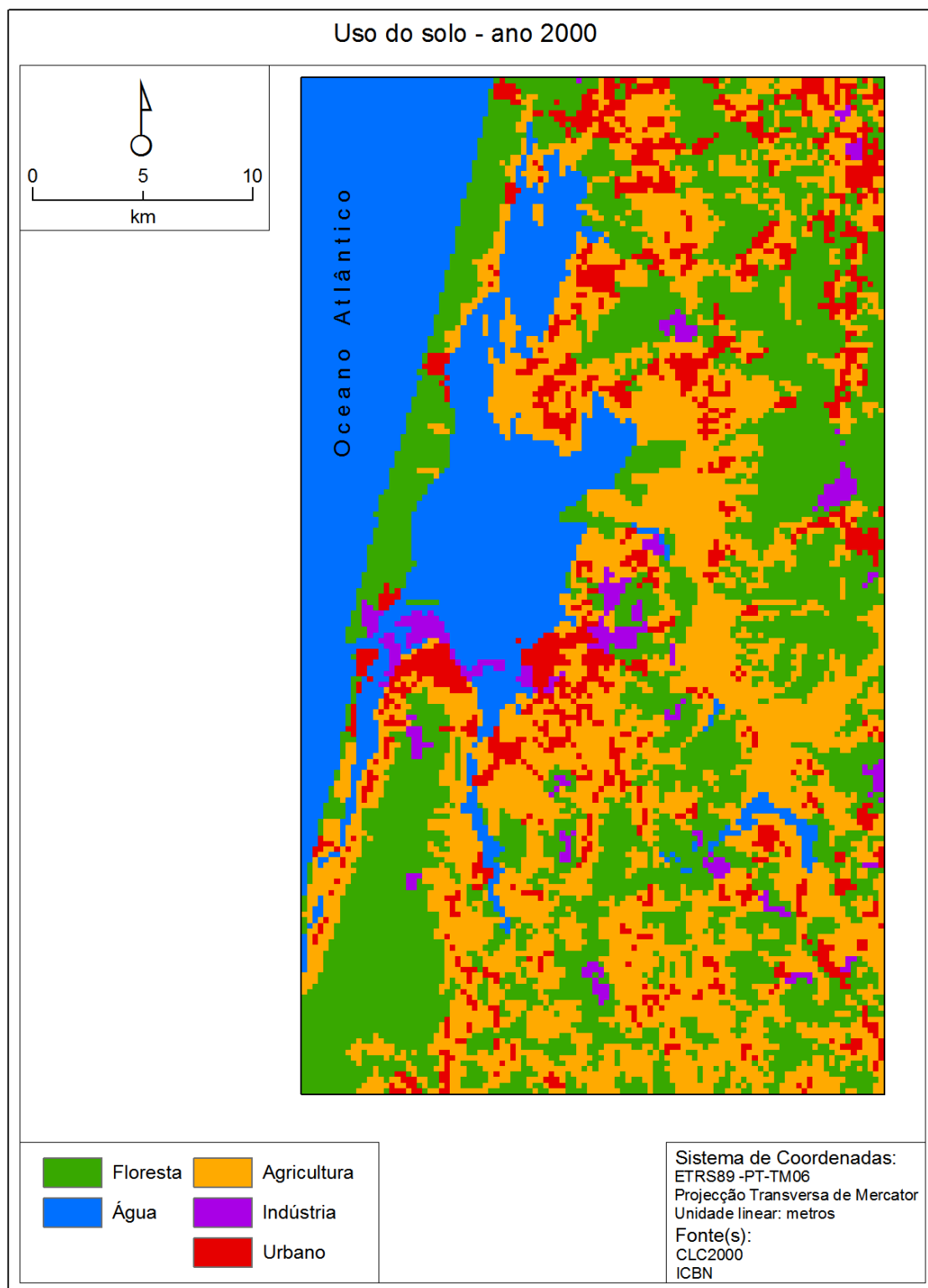
Mapa 11 - Distância à amenidade ambiental Floresta



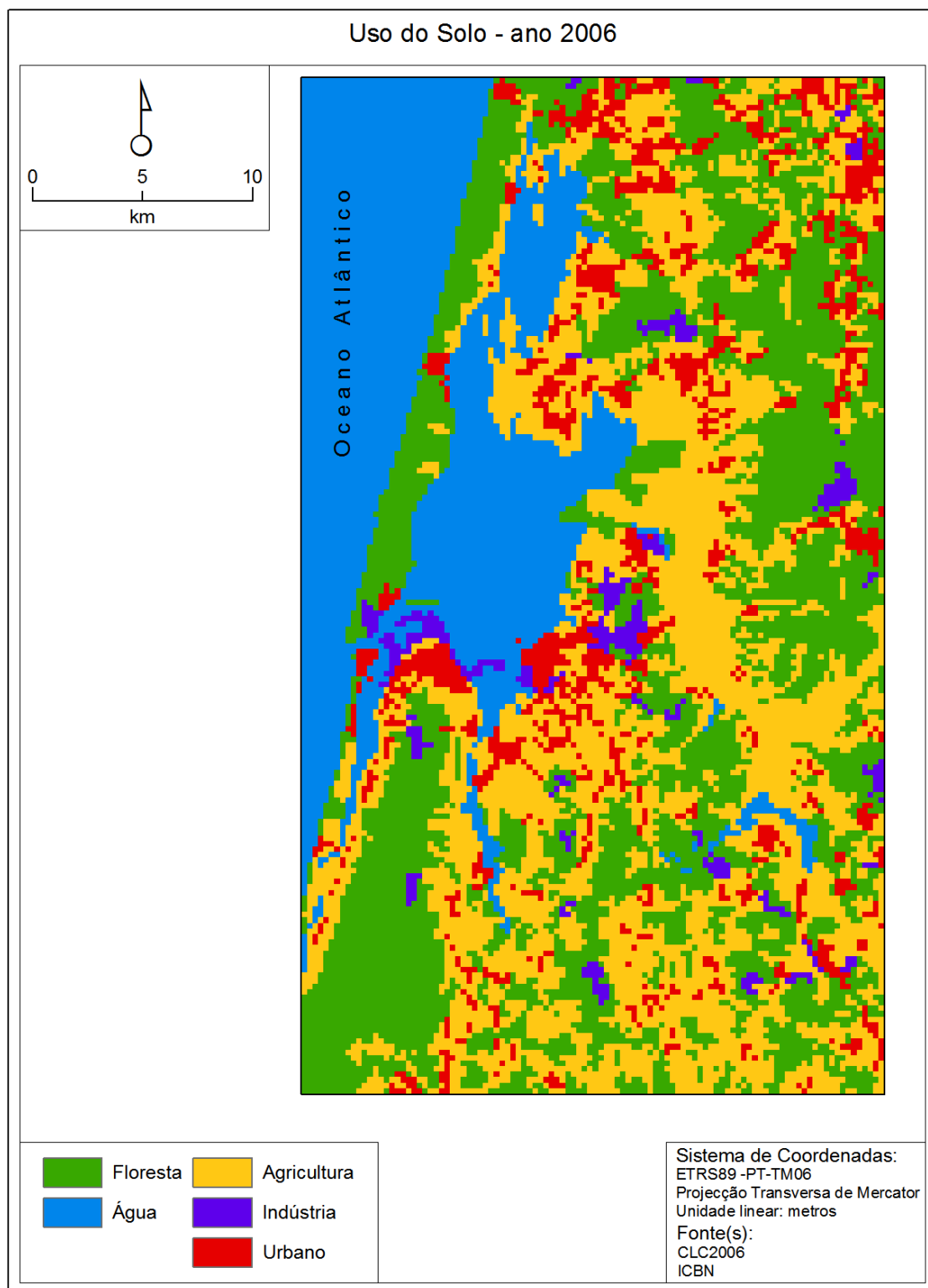
Mapa 12 - Distância ao CBD ou Área Industrial mais próxima



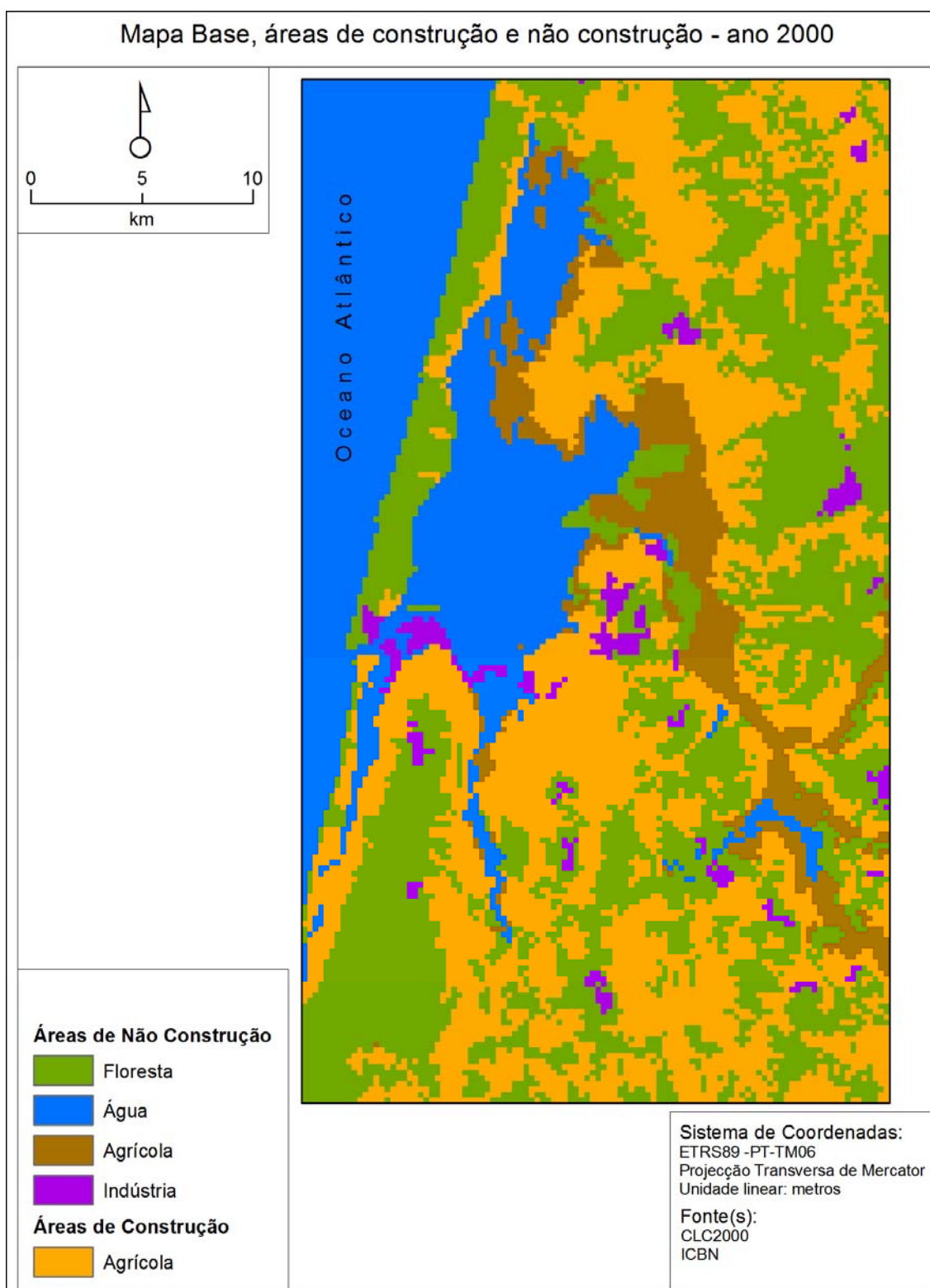
Mapa 13 - Uso do Solo, ano 2000



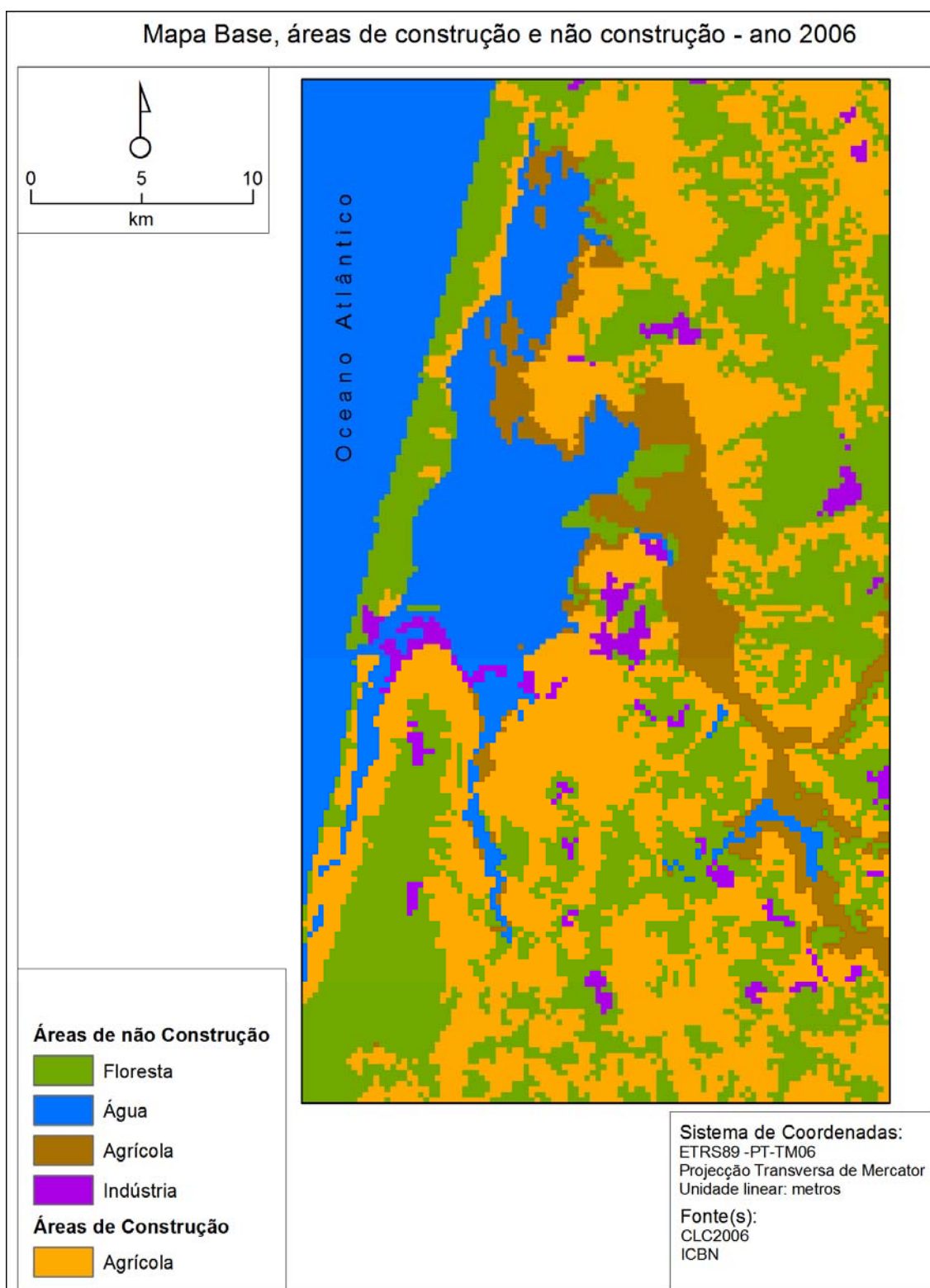
Mapa 14 - Uso do Solo, ano 2006



Mapa 15 - Mapa Base, áreas de construção e não construção, ano 2000

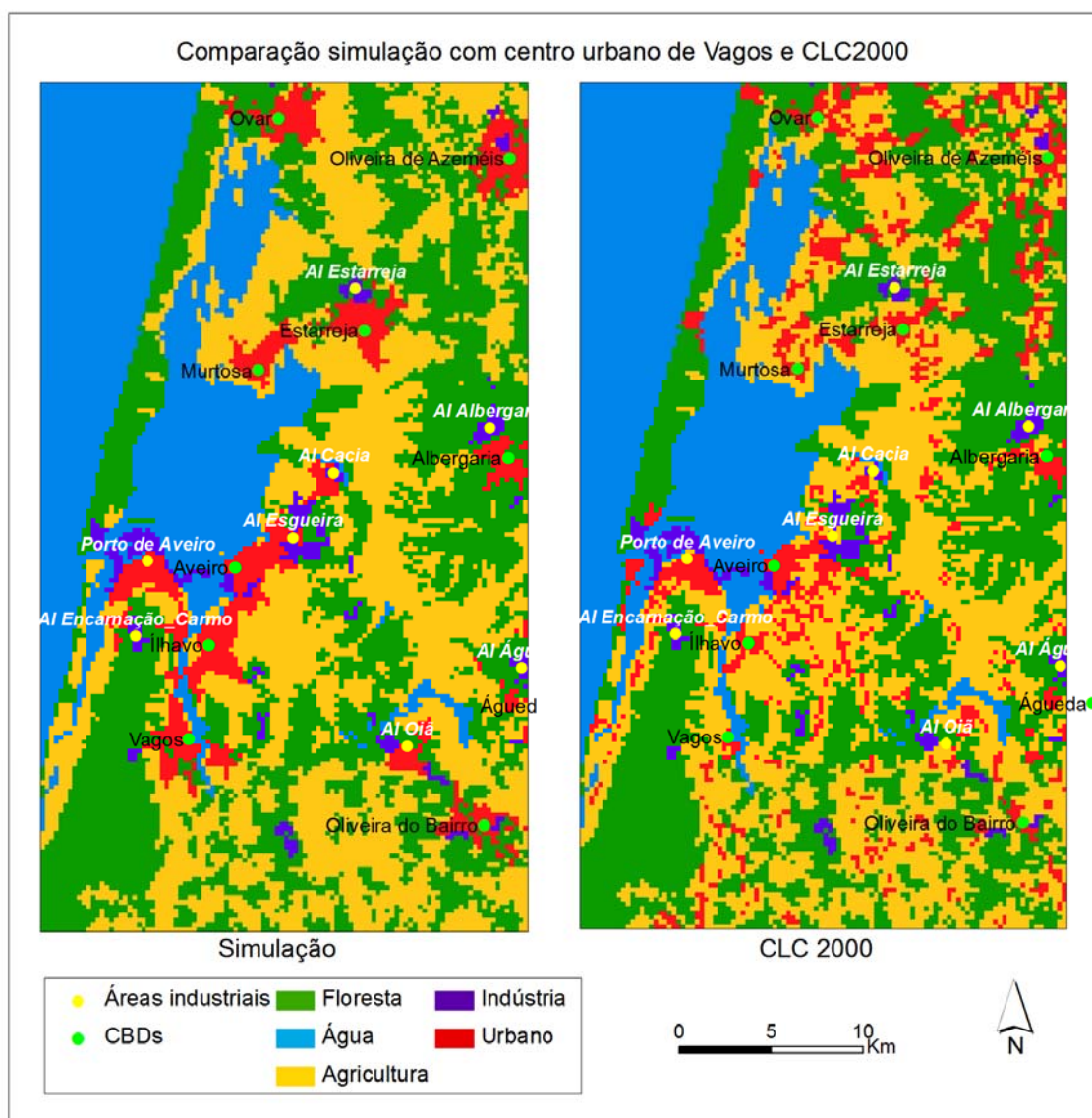


Mapa 16 - Mapa Base, áreas de construção e não construção, ano 2006



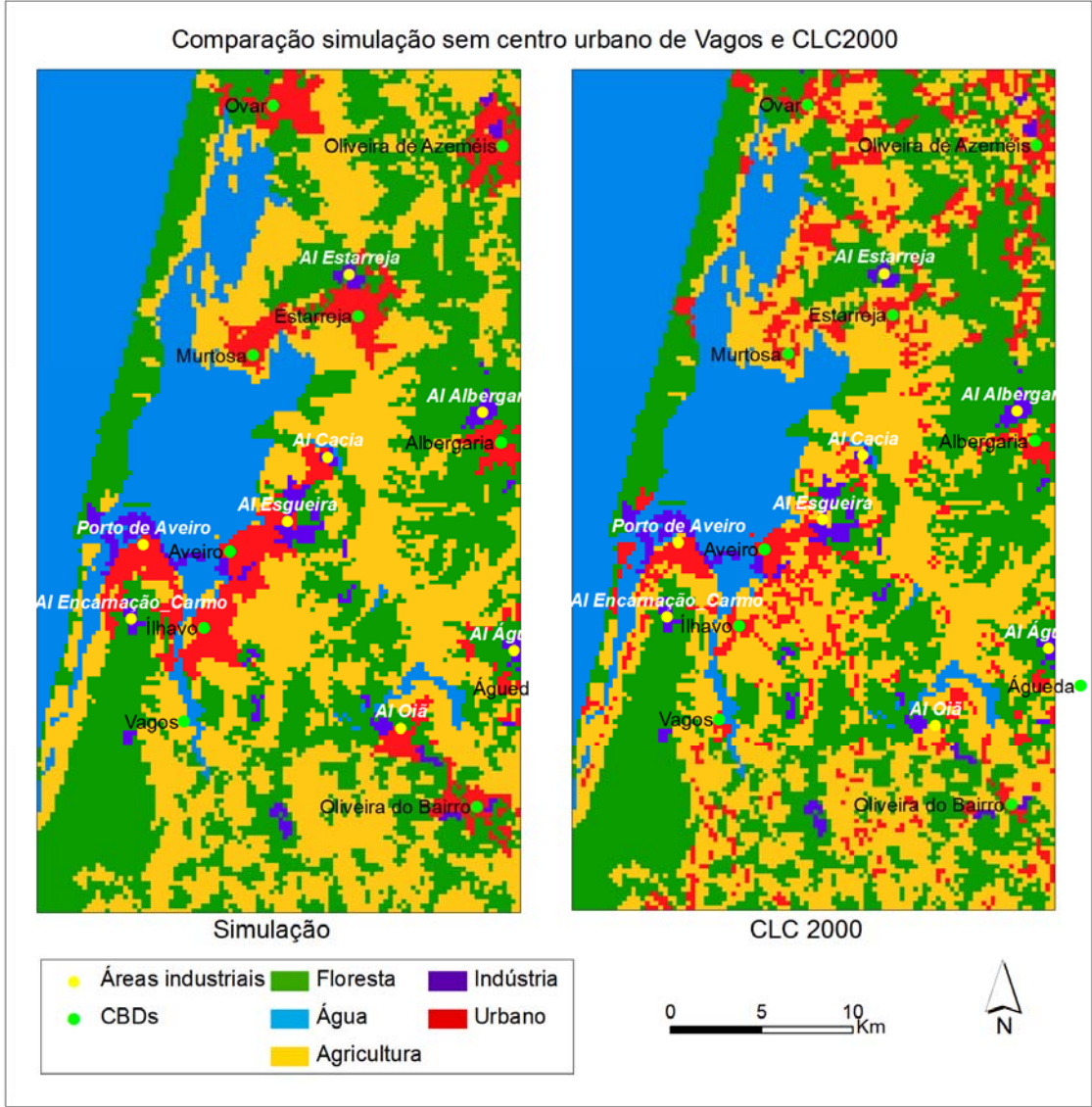


Mapa 17- Exemplo de uma corrida com todos os CBD's e Áreas Industriais

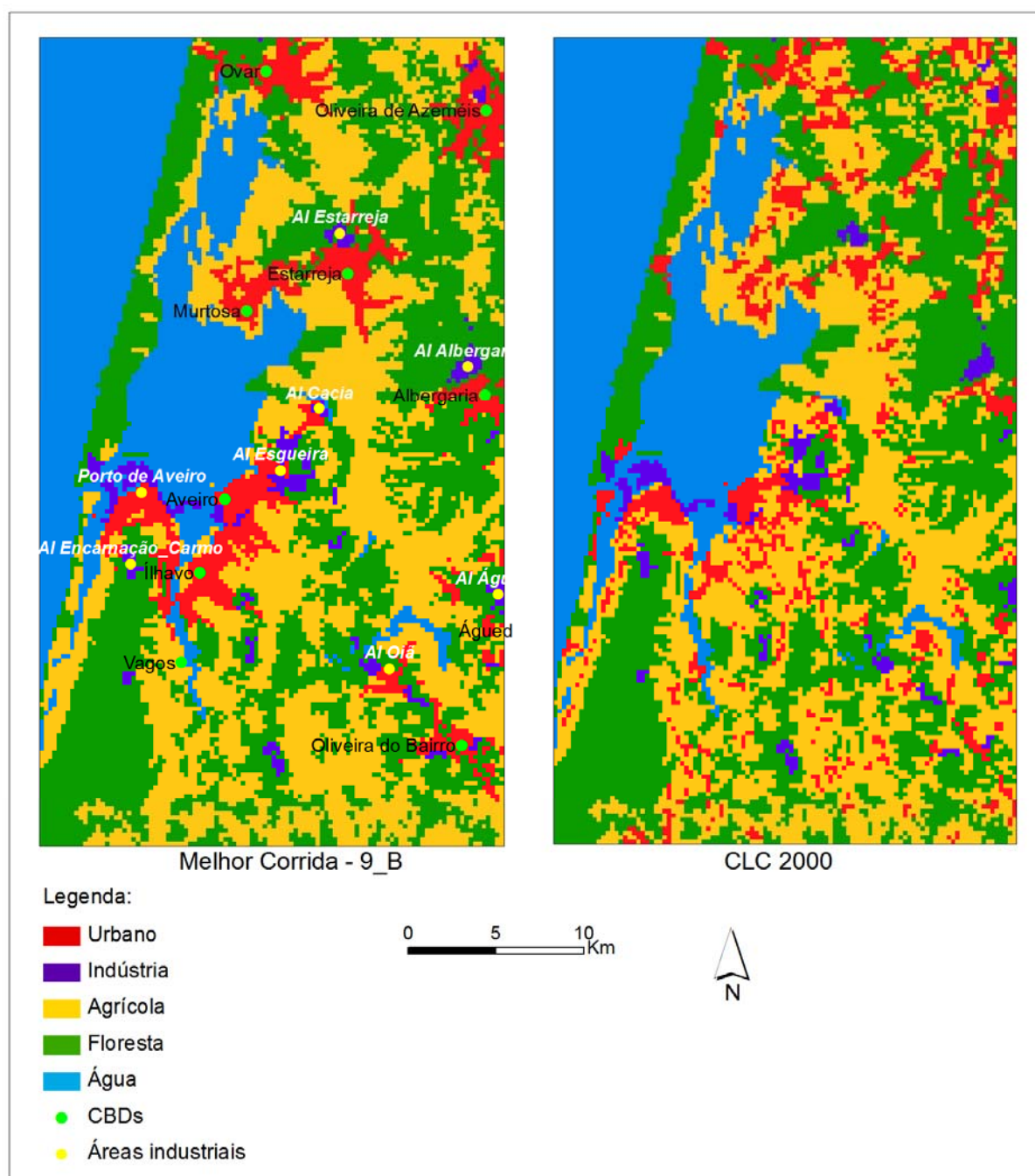




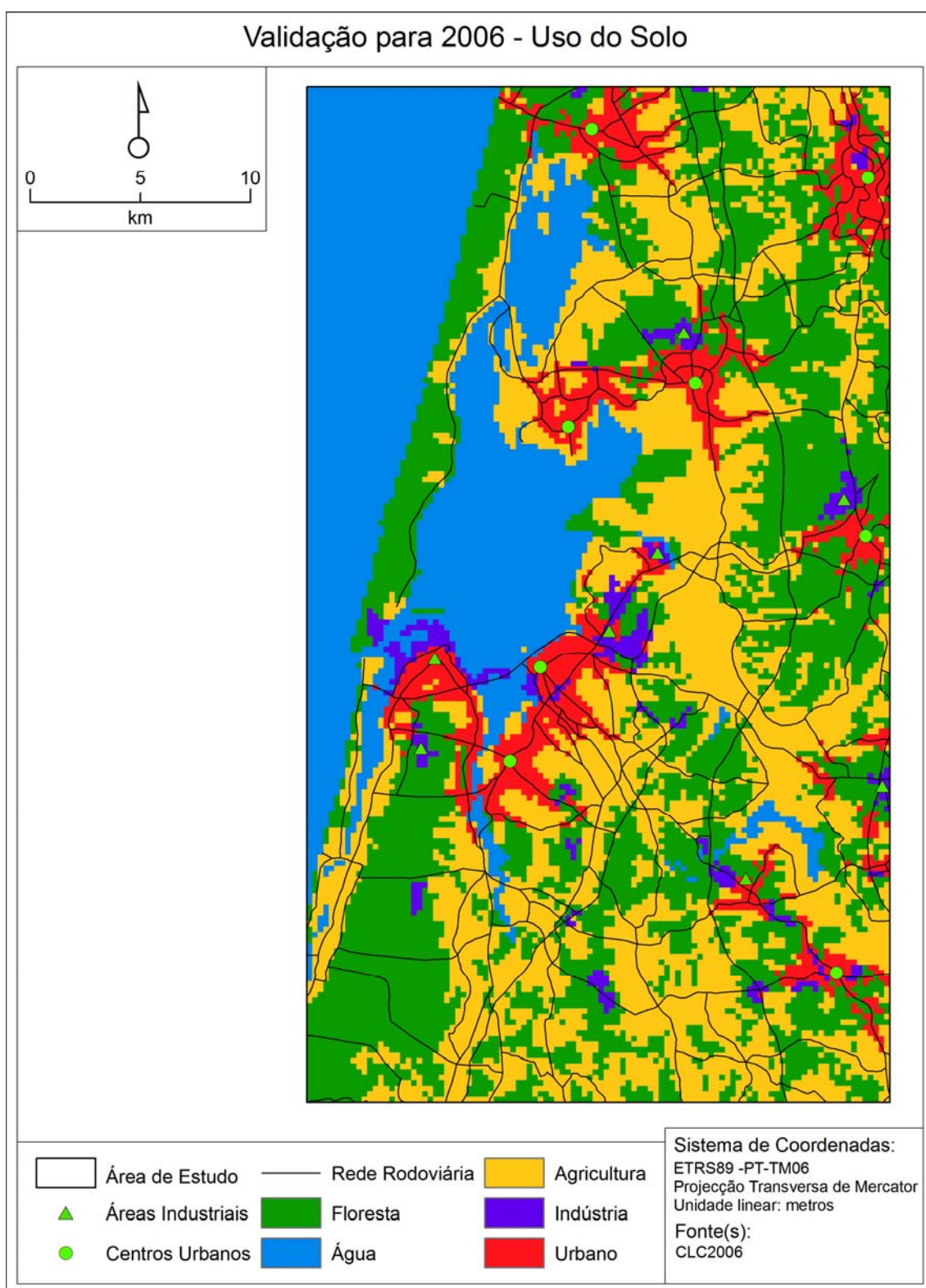
Mapa 18 - Exemplo de uma corrida com todos os CBD's e Áreas Industriais com excepção do CBD de Vagos



Mapa 19 - Comparação corrida "9\_B" e mapa CLC 2000 - Uso do Solo



Mapa 20 - Corrida para Validação 2006 - Uso do Solo





Mapa 21 - Comparação do mapa de referência (ano 2000) com as corridas "sub\_1B\_2", "13" e "50"

